

**19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

Offenlegungsschrift
DE 103 17 607 A 1

Int. Cl.⁷:
F 01 L 1/344
F 16 K 31/06

21 Aktenzeichen: 103 17 607.1
22 Anmeldetag: 16. 4. 2003
43 Offenlegungstag: 13. 11. 2003

③ Unionspriorität:

2002-117885	19. 04. 2002	JP
2002-318793	31. 10. 2002	JP

⑦ Anmelder:

Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

⑦④ Vertreter:

Tiedtke, Bühling, Kinne & Partner GbR, 80336 München

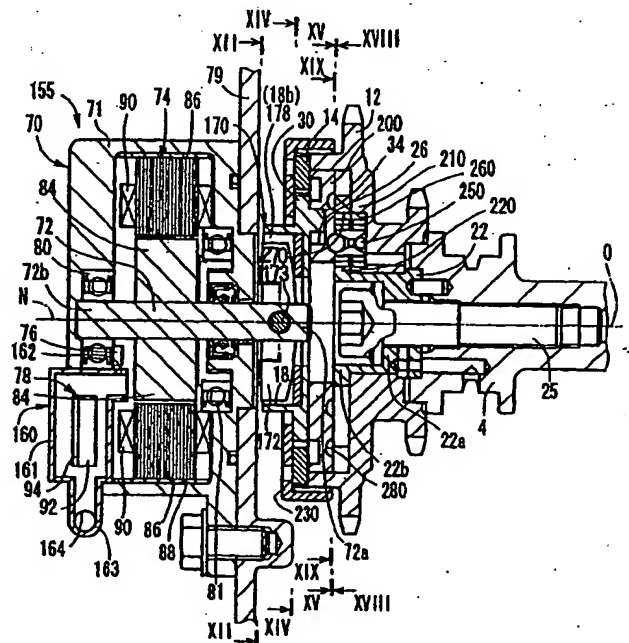
⑦② Erfinder:

Takenaka, Akihiko, Kariya, Aichi, JP; Adachi, Michio, Kariya, Aichi, JP; Inohara, Takayuki, Nishio, Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung

57) Eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung stellt eine Ventilzeitgebung durch Verschieben einer Drehphase einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle ein. Die Vorrichtung hat einen Elektromotor (70) zum Drehen eines Rotorelements (18, 200), das ein phasendefinierendes Element (30, 250) zu einer erforderlichen Position antreibt und bewegt. Das phasendefinierende Element (30, 250) definiert die Drehphase der Nockenwelle (4) selber entsprechend der Position. Das phasendefinierende Element kann ein Planetenrad (30) sein, das drehbar auf einer Exzenterwelle (18) als das Rotorelement gelagert ist. Das Planetenrad (30) arbeitet als beiderlei, als ein Untersetzungsmechanismus und als ein Phasenverschiebemechanismus. Das phasendefinierende Element kann ein Steuerelement (250), der verschiebbar auf einem drehbaren Element (200) als das Rotorelement gelagert ist, sein. Ein Planetenrad (30) kann zusätzlich als der Untersetzungsmechanismus zum Drehen des drehbaren Elements (200) verwendet werden. Es ist möglich, die Phase mit hoher Genauigkeit und Haltbarkeit zu steuern.



DE 103 17 607 A 1

DE 103 17 607 A 1

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung für einen Verbrennungsmotor zum Einstellen einer Öffnungs- und Schließzeitgebung von mindestens einem von Einlass- und Auslassventilen.

[0002] Nachstehend ist der Verbrennungsmotor als Brennkraftmaschine bezeichnet. Die Öffnungszeitgebung und die Schließzeitgebung von mindestens einem der Ventile wird als Ventilzeitgebung bezeichnet.

[0003] Eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung ist bekannt, die in einem Getriebesystem zum Überführen eines Antriebsmoments einer Kurbelwelle als eine Motorantriebswelle auf eine Nockenwelle als eine angetriebene Welle vorgesehen ist, und erlaubt eine Einstellung der Nockenwelle, die zum Öffnen und Schließen von Einlass- oder Auslassventilen in einer Brennkraftmaschine funktioniert. Diese Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung ändert eine Drehphase der Nockenwelle relativ zu der Kurbelwelle, um hierdurch die Ventilzeitgebung zur Verbesserung der Motorleistung oder des Kraftstoffverbrauchs einzustellen. Die Drehphase der Nockenwelle wird als Phase bezeichnet.

[0004] Eine weitere Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung ist bekannt, die die Phase einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle unter Verwendung eines Öldrucks ändert. Die Vorrichtung hat jedoch das Problem, dass beim Steuern einer Phasenänderung mit hoher Genauigkeit eine gewisse stabile Bedingung zum Steuern eines Öldrucks selbst in einer Umgebung mit niedriger Temperatur oder gerade nach dem Start einer Brennkraftmaschine erforderlich ist.

[0005] Eine weitere Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung, die es ermöglicht, dass die Phase einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle veränderbar ist, die keinen Öldruck sondern einen Elektromotor verwendet, ist in JP-U-4-105906 offenbart, die eine Veröffentlichung einer Anmeldung für die Gebrauchsmusterregistrierung ist. Diese Vorrichtung ist so konstruiert, dass ein Drehmoment auf eine Drehwelle durch ein elektrisches Feld aufgebracht wird, das durch eine elektromagnetische Einheit in einem Elektromotor erzeugt wird, und dann das Drehmoment auf die Drehwelle zu einer Nockenwelle zum Induzieren einer Phasenänderung übertragen wird.

[0006] Die Vorrichtung der Patentschrift 1 hat ferner nachstehende Probleme. Der gesamte Elektromotor dreht zusammen mit einem Zahnrad, das das Antriebsmoment von der Kurbelwelle aufnimmt, wodurch bewirkt wird, dass eine Massenträgheit an der Vorrichtung groß wird. Dies führt zu einer Verschlechterung der Haltbarkeit der Vorrichtung. Außerdem benötigt das Anregen der elektromagnetischen Einheit des Elektromotors, die dreht, ein Gleitkontaktverbindungselement, wie beispielsweise eine Bürste, die elektrisch einen Anschluss in der elektromagnetischen Einheit und einen Drahtanschluss miteinander durch Gleitkontakt verbindet, wobei die Verdrahtung zur Zufuhr von elektrischem Strom zu der elektromagnetischen Einheit dient. Ein derartiges Gleitkontaktverbindungselement ist geeignet, sich abzunutzen, wodurch eine niedrige Haltbarkeit und Geräusche herbeigeführt werden.

[0007] Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung mit ausgezeichneter Haltbarkeit zu schaffen.

[0008] Es ist ein Ziel der vorliegenden Erfindung eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung, die eine Phasenänderung einer angetriebenen Welle relativ zu einer Antriebswelle steuern kann, mit einer gleichbleibend hohen Genauigkeit und verbesserter Haltbarkeit zu schaffen.

[0009] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Er-

findung, wenn eine elektromagnetische Einheit ein Magnetfeld entlang einem äußeren Umfang einer Betätigungswelle erzeugt und ein erstes Drehmoment, das in eine Richtung entgegengesetzt zu einer Drehrichtung wirkt, auf die Betätigungswelle übermittelt wird, drehen die Betätigungswelle und eine Exzenterwelle, die mit der Betätigungswelle verbunden ist, in einer Verzögerungsrichtung relativ in Bezug auf ein drehbares Element. Dies ermöglicht einem Planetenrad relativ in Bezug auf das drehbare Element in eine Vorlaufrichtung zusammen mit einer Abtriebswelle, die mit dem Planetenrad in Eingriff ist, und einer angetriebenen Welle zu drehen, die mit der Abtriebswelle verbunden ist, während sie relativ in Bezug auf die Exzenterwelle in eine Vorlaufrichtung dreht; wobei das Planetenrad durch eine Außenumfangswand der Exzenterwelle relativ drehbar ist, die exzentrisch zu einer Achse einer angetriebenen Welle ist, in ein Innenzahnrad in dem drehbaren Element greift und angepasst ist, um die angetriebene Wellenachse zu drehen. Daher kann, wenn das erste Drehmoment auf die Betätigungswelle aufgegeben wird, die Phase der angetriebenen Welle relativ zu dem drehbaren Element, d. h. der Phase der angetriebenen Welle relativ zu einer Antriebswelle, die dem drehbaren Element ermöglicht sich mit einem Antriebsmoment zu drehen, zu einer Vorlaufseite geändert werden.

[0010] Wenn die elektromagnetische Einheit ein Magnetfeld entlang dem äußeren Umfang der Betätigungswelle erzeugt und ein zweites Drehmoment, das in die Drehrichtung wirkt, auf die Betätigungswelle übermittelt wird, drehen die Betätigungswelle und die Exzenterwelle relativ in Bezug auf das drehbare Element in eine Vorlaufrichtung. Dies erlaubt dem Planetenrad, relativ in Bezug auf das drehbare Element in eine Verzögerungsrichtung zusammen mit der Abtriebswelle und der angetriebenen Welle zu drehen, während es in eine Verzögerungsrichtung relativ in Bezug auf die Exzenterwelle dreht. Daher kann, wenn das zweite Drehmoment auf die Betätigungswelle übertragen wird, die Phase der angetriebenen Welle relativ zu dem drehbaren Element, d. h. der Phase der angetriebenen Welle relativ zu der Antriebswelle, zu einer Verzögerungsseite geändert werden.

[0011] Da ein Magnetfeld, das derartigen Arbeitsbedingungen Widerstand leistet, wie einer Umgebungstemperatur und der Zeit, die von dem Start des Betriebs abgelaufen ist, erzeugt wird und aufgebracht wird, um die Phase zu ändern, ist es möglich, die Phase mit hoher Genauigkeit zu ändern.

[0012] Die elektromagnetische Einheit zum Übermitteln des ersten und zweiten Drehmoments auf die Betätigungswelle, wodurch eine Phasenänderung der angetriebenen Welle relativ zu der Antriebswelle induziert wird, ist an einer Brennkraftmaschine fixiert, so dass sie nicht verlagerbar ist. Dementsprechend kann eine Massenträgheit, die auf die Vorrichtung aufgegeben wird, klein ausgeführt werden und daher die Haltbarkeit der Vorrichtung verbessert werden. Des Weiteren beseitigt ein elektrischer Drahtanschluss zur Zufuhr von elektrischem Strom zu der elektromagnetischen Einheit, die an der Brennkraftmaschine fixiert ist, ein Gleitkontaktverbindungselement, wie beispielsweise eine Bürste, von dieser Verbindung. Dies kann das Problem der herkömmlichen Vorrichtung lösen, dass die Haltbarkeit durch die Abnutzung des Gleitkontaktverbindungselements verschlechtert ist.

[0013] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung bilden die Betätigungswelle, die elektromagnetische Einheit, die die Betätigungswelle drehbar unterstützt, und eine Stromzufuhrsteuereinheit, die die Zufuhr eines elektrischen Stroms zu der elektromagnetischen Einheit steuert und an die elektromagnetische Einheit geklebt ist, einen Elektromotor. Daher kann die Betätigungswelle, die

elektromagnetische Einheit und die Stromzufuhrsteuereinheit leicht als ein einziger Elektromotor ausgetauscht werden, wodurch die Instandhaltbarkeit verbessert ist.

[0014] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die gleiche Vorrichtung ferner mit einer Sensoreinheit zum Erfassen eines Drehwinkels der Betätigungswelle versehen, wobei entsprechend dem Drehwinkel, der durch die Sensoreinheit erfasst wird, die Stromzufuhrsteuereinheit die Zufuhr eines elektrischen Stroms zu der elektromagnetischen Einheit steuert. Daher kann eine Phasenänderung der angetriebenen Welle relativ zu der Antriebswelle mit einer höheren Genauigkeit gesteuert werden.

[0015] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung hat ein äußerer Umfang der Betätigungswelle einen Magneten, der einen Magnetpol ausbildet, so dass ein größeres erstes und zweites Drehmoment innerhalb des Magnetfeldes, das durch die elektromagnetische Einheit erzeugt wird, auf die Betätigungswelle übermittelt werden kann. Dies kann Energie, die durch die Zufuhr eines elektrischen Stroms zu der elektromagnetischen Einheit verbraucht wird, vermindern.

[0016] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung besteht der Magnet aus einem Magneten aus seltenen Erden. Dementsprechend ist es möglich, sogar wenn eine äußere Form des Magneten, der aus einem Magneten aus seltenen Erden besteht, klein ausgebildet ist, einen starken Magnetpol auszubilden und größere erste und zweite Drehmomente zu erhalten, so dass die Größe der Vorrichtung verringert werden kann.

[0017] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Vorrichtung ferner mit einem Friktionselement versehen, das eine Reibungskraft zwischen dem drehbaren Element und mindestens einem von dem Planetenrad und der Abtriebswelle verstärkt, die beide angepasst sind, um relativ hinsichtlich des drehbaren Elements zu drehen. Gemäß dieser Konstruktion kann, sogar wenn ein Drehmoment zum Drehen des Planetenrads und der Abtriebswelle relativ in Bezug auf das drehbare Element durch eine plötzliche Änderung eines Brennkraftmaschinendrehmoments erzeugt wird, das durch die angetriebene Welle übertragen wird, das erzeugte Drehmoment durch die Reibungskraft des Friktionselements vermindert werden. Daher können, sogar bei dem Eintritt einer plötzlichen Änderung des Brennkraftmaschinendrehmoments, das Planetenrad und die Abtriebswelle relativ in Bezug auf das drehbare Element mit normalen Winkeln proportional zu dem ersten und dem zweiten Drehmoment gedreht werden, so dass eine gewünschte Phasenänderung für die angetriebene Welle verwirklicht werden kann.

[0018] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung hat die Abtriebswelle mindestens ein Eingriffsloch mit einem kreisförmigen Querschnitt um die angetriebene Wellenlängennachse und das Planetenrad hat mindestens einen Eingriffszapfen mit einem kreisförmigen Querschnitt um die Exzenterwellennachse zum Einführen von einer Öffnung des Lochs in das entsprechende Eingriffsloch. Bei gegenseitigen Eingriff von inneren und äußeren Umfangswänden von jeweils korrespondierendem Eingriffsloch und Eingriffszapfen kommt die Abtriebswelle mit dem Planetenrad in Eingriff. Mit einer derartigen verhältnismäßig einfachen Konstruktion ist es möglich, den Eingriff der Abtriebswelle mit dem Planetenrad zu erzielen.

[0019] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine innere Umfangswand des Eingriffslochs konisch, so dass es im Durchmesser zu der Öffnungsseite des Eingriffslochs hin, in das der Eingriffszapfen eingeführt ist, größer ist, während eine Außenumfangswand des Eingriffszapfens konisch ist, so dass er im Durchmesser zu dem

Kopf des Zapfens hin kleiner ist. Des Weiteren ist der Eingriffszapfen in dem Planetenrad vorgesehen, so dass er zu beiden Seiten in eine Mittelachsenrichtung des Zapfens hin beweglich ist und in die Richtung seiner Einführung in das Eingriffsloch durch eine Vorspanneinrichtung vorgespannt ist. Dementsprechend ist die Außenumfangswand des Eingriffszapfens in Druckkontakt mit der inneren Umfangswand des Eingriffslochs gebracht, wodurch verhindert werden kann, dass die Drehmomentübertragung von dem Planetenrad auf die Abtriebswelle durch Spiel zwischen dem Eingriffszapfen und dem Eingriffsloch behindert wird.

[0020] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist eine elektromagnetische Einheit, die ein Drehmoment auf eine Abtriebswelle übermittelt, an eine Brennkraftmaschine fixiert, so dass sie nicht verlagerbar ist selbigen Drehmoment wird auf eine Eingangswelle einer Phasenänderungseinrichtung übertragen, um eine Phasenänderung einer Abtriebswelle relativ zu einer angetriebenen Welle zu induzieren. Daher kann eine Massenträgheit, die auf die Vorrichtung aufgebracht ist, klein ausgeführt sein und somit die Haltbarkeit der Vorrichtung verbessert werden. Außerdem ist eine Verdrahtung für eine Zufuhr eines elektrischen Stroms der elektromagnetischen Einheit elektrisch mit der elektromagnetischen Einheit verbunden, die an der Brennkraftmaschine fixiert ist, so dass es nicht notwendig ist, ein Gleitkontaktverbindungselement, wie beispielsweise eine Bürste, in dieser Verbindung vorzusehen. Dementsprechend ist es möglich, das Problem der herkömmlichen Vorrichtung, dass die Haltbarkeit durch die Abnutzung des Gleitkontaktverbindungselements verschlechtert ist, zu beseitigen.

[0021] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung bilden die Betätigungswelle und die elektromagnetische Einheit einen Elektromotor, wobei selbiger Motor an die anderen Komponenten der Ventilzeitgebeungseinrichtung angebracht werden kann und davon abgenommen werden kann, wodurch ermöglicht ist, dass die Betätigungswelle und die elektromagnetischen Einheit leicht als ein einziger Elektromotor austauschbar sind, wodurch die Instandhaltbarkeit verbessert ist.

[0022] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung sind die Betätigungswelle und eine Eingangswelle miteinander durch eine Wellenkupplung verbunden.

[0023] Dementsprechend kann die Übertragung des Drehmoments von der Betätigungswelle zu der Eingangswelle sichergestellt werden, während das Montieren und Abnehmen des Elektromotors ermöglicht ist.

[0024] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung sind die Betätigungswelle und die Eingangswelle miteinander durch ein ringförmiges Element verbunden, das von beiden Wellen mitgenommen wird. Dementsprechend kann die Übertragung des Drehmoments von der Betätigungswelle zu der Eingangswelle sichergestellt werden, während das Montieren und das Abnehmen des Elektromotors ermöglicht ist.

[0025] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung sind die Betätigungswelle und die Eingangswelle miteinander durch Kämme von Zahnrädern verbunden, die jeweils an den beiden vorgesehen sind. Dementsprechend kann die Übertragung des Drehmoments von der Betätigungswelle und der Eingangswelle sichergestellt werden, während die Montage und das Abnehmen des Elektromotors ermöglicht ist.

[0026] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung hat die Phasenänderungseinrichtung einen Untersetzungsmechanismus zum Verringern der Drehzahl der Eingangswelle. Mit dem Untersetzungsmechanismus ist es möglich, das Drehmoment, das von der Betätigungswelle zu

der Eingangswelle übertragen wird, zu verringern, und daher kann das Drehmoment, das auf die Betätigungswelle aufgebracht wird, durch die elektromagnetische Einheit mit einer konsequenten Verringerung der Größe des Elektromotors klein gemacht werden. Dies ermöglicht eine Verbesserung der Arbeitseffizienz bei dem Motoraustausch.

[0027] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ermöglicht es, da Komponenten des Untersetzungsmechanismus nicht in die axiale Richtung der Eingangswelle verlagert werden können, der Anordnung des Untersetzungsmechanismus, zu verhindern, dass die Vorrichtung sich in die axiale Richtung der Eingangswelle ausdehnt.

[0028] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist die Stromzufuhrsteuereinheit in einem Kasten aufgenommen, der an ein Aufnahmegehäuse für die elektromagnetische Einheit geklebt ist, so dass es einem Luftstrom ermöglicht ist, der durch die Drehung der Betätigungswelle erzeugt wird, in das Innere des Kastens eingeführt zu werden. Mit dieser Konstruktion kann die Stromzufuhrsteuereinheit, die innerhalb des Kastens angeordnet ist, durch Verwenden des Luftstromes gekühlt werden, der durch die Drehung der Betätigungswelle erzeugt wird. Daher ist es möglich, sogar wenn die Stromzufuhrsteuereinheit angrenzend zu der elektromagnetischen Einheit angeordnet ist, die geneigt ist, Wärme zu erzeugen, eine Fehlfunktion der Stromzufuhrsteuereinheit zu verhindern.

[0029] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung hat der Kasten einen Einlasskanal und einen Auslasskanal an einer in die vertikale Richtung oberen bzw. einer unteren Seite, wodurch ein Luftstrom, der durch die Drehung der Eingangswelle erzeugt wird, in das Innere des Kastens durch den Einlasskanal eingeführt wird und zu dem Äußeren durch den Auslasskanal geleitet wird. Mit dieser Konstruktion kann der Kühlwirkungsgrad der Stromzufuhrsteuereinheit verstärkt werden; außerdem kann, sogar wenn Flüssigkeit in den Kasten durch den Einlasskanal eintritt, die Flüssigkeit von dem unteren Auslasskanal durch den Einlasskanal abgegeben werden.

[0030] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung bildet der Auslasskanal mindestens einen gebogenen Abschnitt und daher kann der Eintritt von Flüssigkeit von dem Auslasskanal in das Gehäuse verhindert werden.

[0031] Unter der Bedingung, bei der die Phasenänderungseinrichtung eine Konstruktion einnimmt, in der es schwierig ist, ein Brennkraftmaschinendrehmoment, das von der angetriebenen Welle zu einem Rotor auf der angetriebenen Seite übertragen wird, auf die Eingangswelle zu übertragen, wenn das Brennkraftmaschinendrehmoment sich plötzlich ändert, dreht sich die Eingangswelle nicht mit dem Brennkraftmaschinendrehmoment, sondern dreht mit dem Drehmoment an der Betätigungswelle, die dazu neigt, sich durch die Trägheit weiter zu drehen. Dies bewirkt, dass eine Phase der angetriebenen Welle relativ zu der Antriebswelle geändert wird.

[0032] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist es möglich, wenn das Brennkraftmaschinendrehmoment sich plötzlich ändert, eine Drehung der Eingangswelle zu verhindern, die durch die Trägheit der Betätigungswelle verursacht wird; da ein Übertragungselement in der Phasenänderungseinrichtung für die Übertragung des Drehmoments zwischen der Eingangswelle und dem Rotor der angetriebenen Seite verwendet wird und ein Friktionselement in der Phasenänderungseinrichtung Reibung zwischen dem Übertragungselement oder der Eingangswelle und einem antriebsseitigen Rotor verstärkt oder produziert. Daher kann die Phase der angetriebenen Welle relativ zu der Antriebswelle mit hoher Genauigkeit gesteuert werden.

[0033] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung ist das Friktionselement durch ein elastisches Element ausgeführt, das eine Reibungskraft durch eine elastische Verformung erzeugt, wodurch die Konstruktion der Friktionseinrichtung vereinfacht ist.

[0034] Merkmale und Vorteile der Ausführungsbeispiele werden ebenso wie Betriebsverfahren und die Funktion der zugehörigen Teile bei einem Studium der nachstehend detaillierten Beschreibung, der anhängenden Ansprüche und der Zeichnungen gewürdigt werden, die alle einen Teil dieser Anmeldung ausbilden.

[0035] Fig. 1 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie I-I in Fig. 3, die eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0036] Fig. 2 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie II-II in Fig. 3, die die Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel zeigt;

[0037] Fig. 3 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie III-III in Fig. 1, die die Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel zeigt;

[0038] Fig. 4 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie IV-IV in Fig. 1, die die Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel zeigt;

[0039] Fig. 5 ist eine Schnittansicht, die eine Modifikation der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung des ersten Ausführungsbeispiel zeigt;

[0040] Fig. 6 ist eine Schnittansicht, die eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0041] Fig. 7 ist eine Schnittansicht, die eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0042] Fig. 8 ist eine vergrößerte Schnittansicht, die einen Stift und umgebende Komponenten von Fig. 7 gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel zeigt;

[0043] Fig. 9A ist eine Schnittansicht, die eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0044] Fig. 9B ist eine vergrößerte Schnittansicht einer Kugel und umgebende Komponenten von Fig. 9A gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel;

[0045] Fig. 10 ist eine teilweise geschnittene Ansicht, die eine axiale Seite der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel zeigt;

[0046] Fig. 11 ist eine teilweise geschnittene Ansicht, die eine Modifikation der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel zeigt;

[0047] Fig. 12 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XII-XII in Fig. 9A, die eine Wellenkupplung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel zeigt;

[0048] Fig. 13 ist eine Explosionszeichnung der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel;

[0049] Fig. 14 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XIV-XIV in Fig. 9A gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel;

[0050] Fig. 15 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XV-XV in Fig. 9A, die einen Betriebszustand der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel zeigt;

[0051] Fig. 16 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XV-XV in Fig. 9A gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel, die einen weiteren Betriebszustand der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung zeigt;

[0052] Fig. 17 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XV-XV in Fig. 9A gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel, die einen weiteren Betriebszustand der Ventilzeitgebungs-

einstellvorrichtung zeigt;

[0053] Fig. 18 ist eine Draufsicht entlang einer Linie XVIII-XVIII in Fig. 9A, die ein drehbares Element zeigt, das in der Ventilzeitgehungseinstellvorrichtung gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel verwendet wird;

[0054] Fig. 19 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XIX-XIX in Fig. 9A gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel;

[0055] Fig. 20 ist eine Schnittansicht, die eine Ventilzeitgehungseinstellvorrichtung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0056] Fig. 21 ist eine Schnittansicht, die eine Ventilzeitgehungseinstellvorrichtung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt;

[0057] Fig. 22 ist eine Schnittansicht, die eine Ventilzeitgehungseinstellvorrichtung gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt; und

[0058] Fig. 23 ist eine Schnittansicht, die eine Ventilzeitgehungseinstellvorrichtung gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung zeigt. Bevorzugte Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung werden im Detail unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben.

Erstes Ausführungsbeispiel

[0059] Eine Ventilzeitgehungseinstellvorrichtung für eine Brennkraftmaschine gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 1 bis 4 dargestellt. Die Ventilzeitgehungseinstellvorrichtung 10 dieses Ausführungsbeispiels steuert eine Drehphase einer Nockenwelle, die Einlassventile einer Brennkraftmaschine 2 antreibt, wodurch sie die Ventilzeitgehung der Einlassventile einstellt.

[0060] Die Ventilzeitgehungseinstellvorrichtung 10 ist in einem Getriebesystem vorgesehen, das ein Antriebsmoment an einer Kurbelwelle in der Brennkraftmaschine 2 auf eine Nockenwelle 4 in der Brennkraftmaschine überträgt. Die Nockenwelle 4 ist angepasst, um um eine Achse O zu drehen, um Einlassventile in der Brennkraftmaschine 2 zu öffnen und zu schließen. Die Achse O wird als eine Nockenachse bezeichnet. Die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine 2 bildet eine Abtriebswelle und die Nockenwelle 4 bildet eine angetriebene Welle.

[0061] Ein Zahnrad 12 ist auf einer Außenumfangswand einer Abtriebswelle 22, die später beschrieben ist, in einer um die Nockenachse O relativ-drehbaren Weise gelagert. Ein kraftübertragendes Element, wie beispielsweise eine Kette, ein Getriebezug oder ein Riemen, kuppelt das Zahnrad 12 und die Kurbelwelle. In diesem Ausführungsbeispiel ist eine Kette zwischen dem Zahnrad 12 und der Kurbelwelle der Brennkraftmaschine 2 gespannt und wird davon mitgenommen. Das Zahnrad 12 dreht um die Nockenachse O, wenn das Antriebsmoment an der Nockenwelle auf das Zahnrad durch die Kette übertragen wird.

[0062] Ein Hohlrad 14 ist an eine innere Umfangswand des Zahnrads 12 fixiert. Das Hohlrad 14 ist mit einem Innenzahnrad ausgeführt, dessen Kopffläche auf einer inneren Umfangsseite seiner Fußfläche angeordnet ist. Das Hohlrad 14 ist konzentrisch mit der Nockenachse O angeordnet. Das Hohlrad 14 ist zusammen mit dem Zahnrad 12 um seine Mittelachse, d. h. um die Nockenachse O, drehbar. Das Hohlrad 14 bildet ein Innenzahnrad und beide, Hohlrad 14 und Zahnrad 12, bilden ein drehbares Element. Des Weiteren bildet das Zahnrad 12 einen antriebsseitigen Rotor.

[0063] Ein Endabschnitt 22a der Abtriebswelle 22 ist im Durchmesser größer als ein entgegengesetzter Endabschnitt 22b ausgebildet. Ein Endabschnitt der Nockenwelle 4 ist

konzentrisch in einer inneren Umfangsseite des einen Endabschnitts 22a gepasst. Des Weiteren sind die Abtriebswelle 22 und die Nockenwelle 4 unter Verwendung eines Befestigungsbolzens 25 miteinander verbunden und fixiert.

[0064] Dementsprechend ist die Abtriebswelle 22 um die Nockenachse O integral mit der Nockenwelle 4 drehbar. Die Abtriebswelle 22 bildet einen Rotor der angetriebenen Seite.

[0065] Eine Exzenterwelle 18, die als eine Eingangswelle dient, ist an ihrer Mittelachse P relativ zu der Nockenachse O exzentrisch und ist an einer Außenumfangswand eines nichtnockenwellenseitigen Endabschnitts 22b der Abtriebswelle 22 gelagert, so dass sie relativ um die Nockenachse O drehbar ist. Die Achse P der Exzenterwelle 18 ist als eine Exzenterachse P bezeichnet. In Fig. 3 steht "e" für ein Exzentermaß der Exzenterachse P hinsichtlich der Nockenachse O.

[0066] Ein Planetenrad 30 ist für eine umlaufende Bewegung auf einer äußeren Umfangsseite eines Mittelabschnitts der Abtriebswelle 22 angeordnet. Insbesondere ist das Planetenrad 30 mit einem Außenzahnrad ausgeführt, dessen Kopffläche auf einer äußeren Umfangsseite seiner Fußfläche liegt. Der Krümmungsradius des Kopfkreises des Planetenrades 30 ist kleiner eingestellt als der des Fußkreises des Hohlrades 14, und die Zähnezahzahl des Planetenrades 30 ist um eins kleiner als die des Hohlrades 14 eingestellt. In dem Planetenrad 30 ist ein Passloch 32 mit einem kreisförmigen Querschnitt ausgebildet. Eine Mittelachse des Passlochs 32 ist mit der des Planetenrades 30 übereinstimmend. Ein Endabschnitt 18a der Exzenterwelle 18 ist in dem Passloch 32 über ein Lager (nicht gezeigt) gepasst, und das Planetenrad 30 ist durch eine Außenumfangswand des Exzenterwellenabschnitts 18a gelagert, so dass es um eine Exzenterachse P relativ drehbar ist, die mit der Achse des Planetenrades übereinstimmend ist. In diesem gelagerten Zustand ist ein Abschnitt des Planetenrades 30 mit einer Vielzahl von Zähnen in Kämung mit einem Abschnitt des Hohlrades 14 mit einer Vielzahl von Zähnen.

[0067] Wenn keine Relativdrehung des Planetenrades 30 in Bezug auf die Exzenterwelle 18 auftritt, dreht das Planetenrad 30 um die Nockenachse O zusammen mit dem Zahnrad 12 und der Exzenterwelle 18, während es mit dem Hohlrad 14 ohne Ändern seiner relativen Positionsbeziehung zu dem Hohlrad in Kämung gehalten wird. Während dieser Drehung unterläuft, wenn die Exzenterwelle 18 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in eine Verzögerungsrichtung Y um die Nockenachse O dreht, das Planetenrad 30, das durch eine Außenumfangswand der Exzenterwelle 18 gedrückt wird, die Bewegung des Hohlrades 14, das mit dem Planetenrad kämmt, und dreht relativ in Bezug auf die Exzenterwelle 18 in eine Vorlaufrichtung X um die Exzenterachse P. In diesem Fall dreht das Planetenrad 30 relativ in Bezug auf das Nockenrad 12 in die Vorlaufrichtung X um die Nockenachse O, während es teilweise in Kämung mit dem Hohlrad 14 ist. Andererseits durchläuft in dem Fall, in dem die Exzenterwelle 18 sich relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Vorlaufrichtung X um die Nockenachse O dreht, das Planetenrad 30, das durch die Außenumfangswand der Exzenterwelle 18 gedrückt wird, die Bewegung des Hohlrades 14 und dreht relativ in Bezug auf die Exzenterwelle 18 in die Verzögerungsrichtung Y um die Exzenterachse P. Des Weiteren dreht sich in diesem Fall das Planetenrad 30 in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Verzögerungsrichtung Y um die Nockenachse O, während es teilweise in Kämung mit dem Hohlrad 14 ist.

[0068] Mittig der Abtriebswelle 22 ist ein Eingriffsabschnitt 24 in Form einer Scheibe ausgebildet, der die Nockenachse O als eine Drehsymmetrieachse verwendet. Eingriffslöcher 26 sind an mehreren Stellen des Eingriffsab-

schnitts 24 ausgebildet. Neun (9) Eingriffsöffnungen 26 sind vorgesehen. Die vielfachen Eingriffsöffnungen 26 sind in gleichen Abständen um die Nockenachse O angeordnet. Jedes Eingriffsloch 26 hat einen kreisförmigen Querschnitt und erstreckt sich durch den Eingriffsabschnitt 24 in die Richtung der Plattendicke. Eine Öffnung 27 jedes Eingriffslochs 26 liegt dem Planetenrad 30 gegenüber. Auf einer äußeren Wand des Planetenrades 30, genau gegenüberliegend dem Eingriffsabschnitt 24, sind Eingriffszapfen 34 integral an vielfachen Positionen ausgebildet, die zu den Eingriffsöffnungen 26 korrespondieren. Die vielfachen Eingriffszapfen 34 sind in gleichen Abständen um die Exzenterachse P angeordnet, die durch das Exzentermaß "e" von der Nockenachse O exzentrisch ist. Jeder Eingriffszapfen 34 ist in der Form eines Stiftes mit einem kreisförmigen Querschnitt, der zu dem Eingriffsabschnitt 24 vorragt, und ist in ein korrespondierendes Eingriffsloch 26 von der Seite der Öffnung 27 eingeführt. In diesem Ausführungsbeispiel erstrecken sich die Eingriffsöffnungen 26 und die Eingriffszapfen 34 gerade in die Richtung der jeweiligen Mittelachsen. Der Durchmesser jedes Eingriffszapfens 34 ist kleiner eingestellt als der eines korrespondierenden Eingriffslochs 26.

[0069] Als Form jedes Eingriffslochs 26, zusätzlich zu der beiderseitigen geöffneten Form wie in diesem Ausführungsbeispiel, kann eine konkave Form eingesetzt werden, bei der nur der planetenradseitige Endabschnitt jedes Eingriffslochs 26 offen ist und sein nichtplanetenradseitiger Endabschnitt geschlossen ist.

[0070] Während das Planetenrad 30 und das Zahnrad 12 integral miteinander drehen, sind äußere Umfangswände der Eingriffszapfen 34 in dem Planetenrad 30 in Eingriff mit inneren Umfangswänden der korrespondierenden Eingriffsöffnungen 26 gebracht und drücken die innere Umfangswand der Eingriffsöffnungen, die in Eingriff ist, in die Drehrichtung (hier übereinstimmend mit der Vorlaufrichtung X). Dementsprechend drehen die Abtriebswelle 22 und die Nockenwelle 4, die daran fixiert ist, um die Nockenachse O, während die Phasenbeziehung zu dem Zahnrad 12 konstant gehalten wird. Während dieser Drehung, wenn dort eine Relativdrehung in Bezug auf das Zahnrad 12 des Planetenrades 30 in die Vorlaufrichtung X auftritt, drücken die Eingriffszapfen 34 weiter in die Drehrichtung der inneren Umfangswände der Eingriffsöffnungen 26, mit denen sie in Eingriff sind. Dies erlaubt der Abtriebswelle 22 und der Nockenwelle 4 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Vorlaufrichtung X um die Nockenachse O zu drehen. Andererseits drücken, wenn eine Relativdrehung des Planetenrades 30 in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Verzögerungsrichtung Y auftritt, die Eingriffszapfen 34 die inneren Umfangswände der Eingriffsöffnungen 26, mit denen sie in Eingriff sind, in eine Richtung (hier übereinstimmend mit der Verzögerungsrichtung Y) entgegengesetzt zu der Drehrichtung. Dies ermöglicht der Abtriebswelle 22 und der Nockenwelle 4 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Verzögerungsrichtung Y um die Nockenachse O zu drehen. Daher ist in der Ventilzeitgebungs-einstellvorrichtung 10 der Eingriff der Abtriebswelle 22 mit dem Planetenrad 30 durch eine derartige verhältnismäßig einfache Konstruktion, wie ein Eingriff von vielfachen Eingriffszapfen 34 mit vielfachen Eingriffsöffnungen 26, verwirklicht.

[0071] Eine Anschlagnut 35 ist in einer inneren Umfangswand des Zahnrades 12 ausgebildet. Die Anschlagnut 35 erstreckt sich über eine vorgegebene Länge in einer Bogenform mittig zur Nockenwelle 4 und öffnet zu einer Außenumfangswand des Endabschnitts 22a der Abtriebswelle 22. Ein Anschlagzapfen 37 ist integral auf der Außenumfangswand des Abtriebswellenendabschnitts 22a ausgebildet. Der Anschlagzapfen 37 ragt in die Anschlagnut 35 und erstreckt

sich in einer Bogenform mittig zur Nockenachse O über eine kürzere Länge als die Anschlagnut 35.

[0072] Wenn die Abtriebswelle 22 sich relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 dreht, dreht sich der Anschlagzapfen 37 innerhalb der Anschlagnut 35 relativ um die Nockenachse O. Zu diesem Zeitpunkt kommt ein vorlaufungsseitiger Endabschnitt 37a des Anschlagzapfens 37 in Anlage an einem vorlaufungsseitigen Endabschnitt 35a der Anschlagnut 35, wodurch die Relativdrehung der Abtriebswelle 22 in die Vorlaufrichtung X gesperrt ist. Diese gesperrte Position ist die Position der Abtriebswelle 22 mit dem meisten Vorlauf. Des Weiteren kommt ein verzögerungsrichtungsseitiger Endabschnitt 37b des Anschlagzapfens 37 in Anlage an einen verzögerungsrichtungsseitigen Endabschnitt 35b der Anschlagnut 35, wodurch die Relativdrehung der Abtriebswelle 22 in die Verzögerungsrichtung X gesperrt ist. Diese gesperrte Position ist die Position der Abtriebswelle 22 mit der größten Verzögerung. Daher ist in diesem Ausführungsbeispiel ein relativer Drehbereich der Abtriebswelle 22 und daher der der Nockenwelle 4 durch die Bogenlängen der Anschlagnut 35 und des Anschlagzapfens 37 begrenzt. Beispielsweise kann ein großer Relativdrehbereich der Nockenwelle 4 durch verhältnismäßig langes Einstellen der Bogenlänge der Anschlagnut 35 und verhältnismäßig kurzes Einstellen des Anschlagzapfens 37 sichergestellt werden.

[0073] Ein Elektromotor 70 besteht aus einem Gehäuse 71, einer Betätigungswelle 72, einer elektromagnetischen Einheit 74, einer Sensoreinheit 76 und einer Stromzufuhrsteuereinheit 78. Das Gehäuse 71 ist an die Brennkraftmaschine 2 über einen Bügel 79 geschraubt.

[0074] Die Betätigungswelle 72 ist um die Nockenachse O drehbar mittels Lager 80 und 81 in der elektromagnetischen Einheit 74 gelagert, die in dem Gehäuse 71 aufgenommen und fixiert ist. Ein Endabschnitt 72a einer Seite der Betätigungswelle 72 ist mit einem nichtplanetenradseitigen Endabschnitt 18b der Exzenterwelle 18 über eine Ausrichtkupplung 82 verbunden. Dementsprechend ist die Betätigungswelle 72 integral mit der Exzenterwelle 18 um die Nockenachse O drehbar. Die Ausrichtkupplung 82 wird verwendet, um eine Mittelachse N der Betätigungswelle 72 mit der Nockenachse O zum Zeitpunkt des Verbindens der Betätigungswelle 72 mit der Exzenterwelle 18 in einer Linie zu bringen. Eine Modifikation dieses Ausführungsbeispiels ist in Fig. 5 gezeigt, in dem die Ausrichtkupplung 82 und die Exzenterwelle 18 als ein einziges Element ausgeführt ist.

[0075] Die Betätigungswelle 72 ist mit Magneten 84 versehen, die radial von einer Außenumfangswand eines Mittelabschnitts der Betätigungswelle nach außen vorragen, wobei die Magnete 84 Magnetpole an zugehörigen vorragenden Köpfen haben. In diesem Ausführungsbeispiel sind die Magnete 84 durch einen Magneten aus seltenen Erden ausgebildet und sind jeweils an zwei zueinander gegenüberliegenden Positionen um die Nockenachse O angeordnet, so dass die Magnetpole an den jeweiligen vorragenden Köpfen voneinander verschieden sind.

[0076] Die elektromagnetische Einheit 74 ist über das Gehäuse 71 und den Bügel 79 an die Brennkraftmaschine 2 fixiert, so dass sie nicht verlagerbar ist, und ist an dem äußeren Umfang des Mittelabschnitts der Betätigungswelle 72 angeordnet. Die elektromagnetische Einheit 74 hat einen hauptsächlich zylindrischen Körper 88, mehrere Kernabschnitte 86, mehrere Spulen 90 und die Lager 80, 81. Die mehreren Kernabschnitte 86 sind so vorgesehen, dass sie zu der Außenumfangswand der Betätigungswelle 72 von gleich beabstandeten Positionen um die Nockenachse O auf einer inneren Umfangswand des Körpers 88 vorragen. Die mehreren Kerne 90 sind jeweils um entsprechende Kernab-

schnitte 86 gewunden. In diesem Ausführungsbeispiel ist jeder Kernabschnitt 86 durch Laminieren von mehreren Eisenstücke ausgebildet. In diesem Ausführungsbeispiel sind des Weiteren vier Sätze von Kernabschnitten 86 und Spulen 90 in 90° Intervallen zueinander um die Nockenachse O angeordnet. Des Weiteren sind in diesem Ausführungsbeispiel Wicklungsrichtungen der Spulen 90 so eingestellt, dass sie entgegengesetzt zueinander zwischen gegenüberliegenden Spulen 90 sind, bei Sichtweise von vorragenden Köpfen der korrespondierenden Kernabschnitte 86. Die elektromagnetischen Einheit 74 erzeugt ein Magnetfeld entlang des äußeren Umfangs der Betätigungswelle 72 entsprechend der Zufuhr von elektrischem Strom zu den Spulen 90. [0077] Die Sensoreinheit 76 ist in dem Körper 88 der elektromagnetischen Einheit 74 auf dem äußeren Umfang des Mittelabschnitts der Betätigungswelle 72 aufgenommen und fixiert. Die Sensoreinheit 76 erfasst beispielsweise die Stärke der Magnetpole der Magnete 84 in der Betätigungswelle 72, wodurch ein Absolutwert eines Drehwinkels der Betätigungswelle 72 erfasst wird. [0078] Die Stromzufuhrsteuereinheit 78 ist innerhalb des Gehäuses 71 in der Nähe eines nichtexzenterwellenseitigen Endabschnitts 72b der Betätigungswelle 72 aufgenommen und ist direkt an den Körper 88 der elektromagnetischen Einheit 74 geklebt und fixiert. Die Stromzufuhrsteuereinheit 78 hat einen Antriebskreis 92 und einen Steuerkreis 94. Der Antriebskreis 92 ist elektrisch mit jeder Spule 90 in der elektromagnetischen Einheit 74 verbunden, um die verbundene Spule 90 mit elektrischem Strom zu versorgen. Die Steuereinheit 90 ist elektrisch mit beiden, dem Antriebskreis 92 und der Sensoreinheit 76, verbunden. Auf der Basis des Drehwinkels der Betätigungswelle 72, der durch die Sensoreinheit 76 erfasst wird, steuert der Steuerkreis 94 den elektrischen Strom, der zu dem Antriebskreis 92 jeder Spule 90 zuzuführen ist. [0079] Die Stromzufuhrsteuerung für die Spule 90 durch den Steuerkreis 94 wird auf eine solche Weise ausgeführt, dass mit einem Magnetfeld, das durch jede Spule 90 erzeugt wird, eines von einem ersten Drehmoment, das in eine Richtung (hier übereinstimmend mit der Verzögerungsrichtung Y) entgegengesetzt zu der Drehrichtung wirkt, und einem zweiten Drehmoment, das in die Drehrichtung (hier übereinstimmend mit der Vorlaufrichtung X) wirkt, ausgewählt wird und auf die Betätigungswelle 72 übermittelt wird. Insbesondere werden in diesem Ausführungsbeispiel Wechselströme von derselben Phase zu den Spulen 90 geführt, die einander gegenüberliegend sind, während Wechselströme mit +90° unterschiedlicher Phase zu den Spulen 90, die zueinander benachbart sind, von dem Antriebskreis 92 zugeführt werden, wodurch ein drehendes Magnetfeld, das in eine Richtung entgegengesetzt zum Uhrzeigersinn (hier übereinstimmend mit der Verzögerungsrichtung Y) in Fig. 3 dreht, durch jede Spule 90 an dem äußeren Umfang der Betätigungswelle 72 ausgebildet wird. Innerhalb des so ausgebildeten Magnetfeldes unterlaufen die Magnete 84 auf der Betätigungswelle 72 eine Anziehungskraft und eine Abstoßungskraft, wodurch das erste Drehmoment auf die Betätigungswelle 72 ausgeübt wird. Die Betätigungswelle 72 mit dem ersten Drehmoment, das darauf ausgeübt wird, dreht relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 zusammen mit der Exzenterwelle 18 in die Verzögerungsrichtung Y um die Nockenachse O. In diesem Ausführungsbeispiel werden ferner Wechselströme der gleichen Phase zu einander gegenüberliegenden Spulen 90 zugeführt, während die Wechselströme von um -90° unterschiedlicher Phase zueinander benachbarten Spulen 90 von dem Antriebssteuerkreis 92 zugeführt werden, wodurch ein drehendes Magnetfeld, das in eine Richtung im Uhrzeigersinn (hier übereinstimmend mit der

Vorlaufrichtung X) in Fig. 3 dreht, durch jede Spule 90 auf dem äußeren Umfang der Betätigungswelle 72 ausgebildet wird. Innerhalb des somit ausgebildeten Magnetfeldes durchlaufen die Magnete 84 auf der Betätigungswelle 72 eine Anziehungskraft und eine Abstoßungskraft, wodurch das zweite Drehmoment auf die Betätigungswelle 72 ausgeübt wird. Die Betätigungswelle 72 mit dem zweiten Drehmoment, das darauf ausgeübt wird, dreht zusammen mit der Exzenterwelle 18 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Vorlaufrichtung X um die Nockenachse O. [0080] In diesem Ausführungsbeispiel sind zum Übermitteln des ersten und des zweiten Drehmoments der Betätigungswelle 72 vier Sätze von Kernabschnitten 86 und Spulen 90 um die Nockenachse O angeordnet und ein drehendes Magnetfeld ist entlang des äußeren Umfangs der Betätigungswelle 72 auf die vorstehend beschriebene Weise ausgebildet. Jedoch kann auch eine andere Anzahl an Sätzen als vier Sätze von Kernabschnitten 86 und Spulen 90 um die Nockenachse O ausgebildet sein, um ein drehendes Magnetfeld entlang dem äußeren Umfang der Betätigungswelle 72 auszubilden. In diesem Fall kann eine geeignete Zahl an Magneten 84 gemäß der Zahl der Sätze von Kernabschnitten 86/Spulen 90 bestimmt werden. Alternativ kann ferner eine Konstruktion eingesetzt werden, bei der mehrere Spulen 90, die in gleichen Abständen um die Nockenachse O angeordnet sind, alle in die gleiche Richtung bei Sichtweise von den vorragenden Köpfen der Kernabschnitte 86 gewunden sind, und einer nach dem anderen nacheinander um die Nockenachse O angeregt sind, wobei Magnetfelder, die die Spulen 90 auf dem äußeren Umfang der Betätigungswelle 72 entsprechend der Anregung ausbilden, nacheinander auf die Magnete 84 auf der Betätigungswelle 72 ausgeübt werden, um erste und zweite Drehmomente zu schaffen. In diesem Fall kann die Zahl der Magnete 84 auf eins eingestellt sein. [0081] Nachstehend erfolgt nun die nachstehende Beschreibung erfolgt über den vollständigen Betrieb der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 10. [0082] Wenn die Kurbelwelle der Brennkraftmaschine 2 mit der Zufuhr eines elektrischen Stroms zu jeder Spule 90 von dem Antriebskreis 92, der durch den Steuerkreis 94 ausgeschaltet wird, zur Drehung angetrieben wird, wird das Antriebsmoment an der Kurbelwelle auf das Zahnrad 12 übertragen. Dies erlaubt dem Zahnrad 12 und dem Hohlrad 14, das daran fixiert ist, integral zu drehen. Die Phase des Zahnrads 12 relativ zu der Kurbelwelle ist konstant gehalten. Zu diesem Zeitpunkt bildet jede Spule 90 in einem nicht angeregten Zustand kein drehendes Magnetfeld aus, so dass das erste und das zweite Drehmoment nicht auf die Betätigungswelle 72 aufgegeben wird und eine Relativdrehung der Betätigungswelle 72 und der Exzenterwelle 18 relativ zu dem Zahnrad 12 nicht auftritt. Folglich dreht mit der Drehung des Zahnrads 12 das Planetenrad 30 ebenso wie die Exzenterwelle 18 und die Betätigungswelle 72 zusammen mit dem Zahnrad 12. Dies ermöglicht der Abtriebswelle 22, die mit dem Planetenrad 30 und der Nockenwelle 4 in Eingriff ist, mit einer konstanten Phase in Bezug auf das Zahnrad 12 zu drehen. [0083] Wenn die Zufuhr eines elektrischen Stroms von dem Antriebskreis 92 zu jeder Spule 90 durch den Steuerkreis 94 während der Drehung des Zahnrads 12 gesteuert wird, wodurch ein in Fig. 3 entgegen des Uhrzeigersinns drehendes Magnetfeld bewirkt wird, so dass es entlang des äußeren Umfangs der Betätigungswelle 72 entwickelt wird, wird das erste Drehmoment auf die Betätigungswelle 72 übermittelt und zu der Exzenterwelle 18 übertragen. Die Exzenterwelle 18 mit dem ersten Drehmoment, das darauf ausgeübt wird, dreht relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Verzögerungsrichtung Y und verzögert. Bei Erhalt dieser

Relativdrehung der Exzenterwelle 18 in die Verzögerungsrichtung Y dreht das Planetenrad 30 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Vorlaufrichtung X, während es relativ in Bezug auf die Exzenterwelle 18 in die Vorlaufrichtung X dreht. Folglich drehen die Abtriebswelle 22 und die Nockenwelle 4 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Vorlaufrichtung X und gewinnen an Drehzahl. Das heißt, dass die Phase der Nockenwelle 4 in Bezug auf das Zahnrad 12 sich zu der Vorlaufseite hin ändert und die Phase der Nockenwelle 4 in Bezug auf die Kurbelwelle sich ebenso zu der Vorlaufseite hin ändert. Zu diesem Zeitpunkt führt der Steuerkreis 94 eine Regelung auf den Wert des elektrischen Stroms aus, der zu jeder Spule 90 zu führen ist, indem der Wert eines Drehwinkels der Betätigungswelle 72, der durch die Sensoreinheit 76 erfasst wird, verwendet wird. Dementsprechend wird die Stärke eines drehenden Magnetfeldes, das durch jede angeregte Spule 90 ausgebildet wird, gesteuert und ebenso das Ausmaß des ersten Drehmoments, das auf die Betätigungswelle 72 aufzugeben ist. Folglich wird der Grad einer Phasenänderung zu der Vorlaufseite der Nockenwelle hin in Bezug auf die Kurbelwelle gesteuert. Zu diesem Zeitpunkt ist eine Relativdrehung der Abtriebswelle 22 und der Nockenwelle 4 in die Vorlaufrichtung X durch Anlage des Anschlagzapfenendabschnitts 37a an dem Anschlagnutendabschnitt 35a begrenzt.

[0084] Andererseits wird während einer Drehung des Zahnrads 12, wenn die Zufuhr eines elektrischen Stroms von dem Antriebskreis 92 zu jeder Spule 90 durch den Steuerkreis 94 gesteuert wird, wodurch einem im Uhrzeigersinn drehenden Magnetfeld in Fig. 3 ermöglicht wird, sich entlang dem äußeren Umfang der Betätigungswelle 72 zu entwickeln, das zweite Drehmoment auf die Betätigungswelle 72 übermitteln und zu der Exzenterwelle 18 übertragen. Die Exzenterwelle 18 mit dem darauf ausgeübten zweiten Drehmoment dreht relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Vorlaufrichtung X und gewinnt an Drehzahl. Mit dieser Relativdrehung der Exzenterwelle 18 in die Vorlaufrichtung X dreht das Planetenrad 30 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Verzögerungsrichtung X, während es relativ in Bezug auf die Exzenterwelle 18 in die Verzögerungsrichtung Y dreht. Als Ergebnis drehen die Abtriebswelle 22 und die Nockenwelle 4 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Verzögerungsrichtung Y und verzögern. Das heißt, dass die Phase der Nockenwelle 4 sich relativ zu dem Zahnrad 12 zu der Verzögerungsseite hin ändert und ebenso die Phase der Nockenwelle 4 relativ zu der Kurbelwelle. Zu diesem Zeitpunkt führt der Steuerkreis 94 hinsichtlich des Werts eines elektrischen Stroms, der zu jeder Spule 90 zu führen ist, eine Regelung aus, indem ein Drehwinkelwert der Betätigungswelle 72 verwendet wird, der durch den Sensor 76 erfasst wird. Mit dieser Steuerung wird die Stärke eines drehenden Magnetfeldes, das durch jede Spule 90 ausgebildet wird, und ebenso das Ausmaß des zweiten Drehmoments gesteuert, das auf die Betätigungswelle 72 übermitteln wird, so dass der Grad einer Phasenänderung zu der Verzögerungsseite der Nockenwelle 4 hin in Bezug auf die Kurbelwelle 4 gesteuert wird. Zu diesem Zeitpunkt ist eine Relativdrehung der Abtriebswelle 22 und der Nockenwelle 4 in die Verzögerungsrichtung Y durch gegenseitige Anlage des Anschlagzapfenendabschnitts 37b und des Anschlagnutendabschnitts 35b gesperrt.

[0085] Daher bilden in diesem Ausführungsbeispiel das Hohlrad 14, die Exzenterwelle 18, das Planetenrad 30 und der Eingriffsabschnitt 24 zusammengefasst eine Phasenänderungseinrichtung. Das heißt, dass die Phasenänderungseinrichtung die Relativdrehbewegung der Exzenterwelle 18 in Bezug auf das Zahnrad 12 in eine Relativdrehbewegung der Abtriebswelle 22 in Bezug auf das Zahnrad 12

umwandelt und hierdurch die Phase der Nockenwelle 4 in Bezug auf die Kurbelwelle ändert.

[0086] Gemäß der vorstehend beschriebenen Ventilzeitgebeeinstellvorrichtung 10, unabhängig davon zu welcher von der Vorlaufseite und der Verzögerungsseite die Phase der Nockenwelle 4 in Bezug auf die Kurbelwelle zu ändern ist, werden das erste und das zweite Drehmoment, die die Phasenänderung induzieren, auf der Basis eines Magnetfeldes erzeugt, das entlang des äußeren Umfangs der Betätigungswelle 72 durch jede Spule 90 in der elektromagnetischen Einheit 74 ausgebildet wird. Die Stärke des Magnetfeldes widersteht derartigen Arbeitsbedingungen wie Umgebungstemperatur und der von dem Betriebsstart abgelassenen Zeit, wobei es sogar in einer Niedrigtemperaturumgebung oder zum Zeitpunkt des Starts der Brennkraftmaschine möglich ist, eine Phasenänderung der Nockenwelle 4 relativ zu der Kurbelwelle präzise zu steuern.

[0087] Außerdem kann gemäß der Ventilzeitgebeeinstellvorrichtung 10, da die elektromagnetische Einheit 74 an die Brennkraftmaschine 2 fixiert ist, so dass sie nicht verlagert werden kann, eine auf die Vorrichtung 10 aufgebene Massenträgheit kleiner als in der herkömmlichen Vorrichtung sein.

[0088] Dementsprechend sind die Verbindungen der Komponenten in der Vorrichtung 10 und die Komponenten selber in ihrer Haltbarkeit verbessert. Des Weiteren ist gemäß der Ventilzeitgebeeinstellvorrichtung 10 die Stromzufuhrsteuereinheit 78, in der beide, der Steuerkreis 94 und der Antriebskreis 92 zusammengefasst die Zufuhr eines elektrischen Stroms zu der elektromagnetischen Einheit 74 steuern, mit der elektromagnetischen Einheit 74, die an die Brennkraftmaschine 2 fixiert ist, elektrisch verbunden, wodurch ein derartiges Gleitkontaktverbindungselement, wie eine Bürste, in der Verbindung beseitigt ist. Dies kann nicht nur das Problem beseitigen, dass ein derartiges Gleitkontaktverbindungselement sich abnutzt und in der Haltbarkeit verschlechtert ist, sondern auch das Problem von Geräuschen, die bei Gleitkontakt des Gleitkontaktverbindungselements mit einem Anschluss erzeugt werden.

[0089] Gemäß der Ventilzeitgebeeinstellvorrichtung 10 kann, da der Steuerkreis 94 in der Stromzufuhrsteuereinheit 78 auf die Zufuhr an elektrischem Strom zu der elektromagnetischen Einheit 74 auf der Basis eines Drehwinkels der Betätigungswelle 72, die durch die Sensoreinheit 76 erfasst wird, eine Phasenänderung der Nockenwelle 4 relativ zu der Kurbelwelle präziser kontrolliert werden.

[0090] Des Weiteren sind, gemäß der Ventilzeitgebeeinstellvorrichtung 10, da das Gehäuse 71, die Betätigungswelle 72, die elektromagnetische Einheit 74, die Sensoreinheit 76 und die Stromzufuhrsteuereinheit 78 als ein einziger Elektromotor 70 konstruiert sind, diese Komponenten 71, 72, 74, 76 und 78 leicht austauschbar.

[0091] Ein Abschnitt von oder die ganze Sensoreinheit 76 und die Stromzufuhrsteuereinheit 78 können von der Konstruktion des Elektromotors 70 ausgenommen werden und getrennt von dem Elektromotor vorgesehen werden.

[0092] Des Weiteren unterlaufen gemäß der Ventilzeitgebeeinstellvorrichtung 10, da die Magnete 84 zum Ausbilden von Magnetpolen auf dem äußeren Umfang der Betätigungswelle 72 vorgesehen sind, die Magnete 84 eine verhältnismäßig große Anziehungskraft und Abstoßungskraft innerhalb des Magnetfeldes, das durch jede Spule 90 in der elektromagnetischen Einheit 74 ausgebildet wird. Daher können größere erste und zweite Drehmomente, als in der Abwesenheit der Magnete 84 auf die Betätigungswelle 72 übermitteln werden, wodurch es ermöglicht wird, die Energie, die für die Zufuhr eines elektrischen Stroms zu der elektromagnetischen Einheit 74 erforderlich ist, zu vermindern.

Insbesondere sind in diesem Ausführungsbeispiel die Magnete 84 aus Magneten aus seltenen Erden mit einem kleinen Außenmaß konstruiert, die starke magnetische Pole ausbilden können, wodurch es ermöglicht wird, die Größe der Vorrichtung zu verringern, während das erste und zweite Drehmoment sichergestellt sind.

[0093] Anstelle der Magnete 84 können metallische Zapfen, die von der Außenumfangswand der Betätigungswelle 72 ragen, vorgesehen sein.

Zweites Ausführungsbeispiel

[0094] Eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 6 dargestellt, in der im Wesentlichen gleiche Bestandteile wie in dem ersten Ausführungsbeispiel durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

[0095] In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 100 gemäß diesem zweiten Ausführungsbeispiel ist eine konische Scheibenfeder 102 als ein Friktionselement zwischen einem Planetenrad 30 und einem Zahnrad 12 zwischengeordnet. Ein Endabschnitt 102a an einer Seite der konischen Scheibenfeder 102 mit großem Durchmesser ist an das Zahnrad 12 fixiert, während ein Endabschnitt 102b an einer Seite der konischen Scheibenfeder 102 mit kleinem Durchmesser in Gleitkontakt gegenüber einer äußeren Wand an einer Seite eines Nichteingriffsabschnitts des Planetenrades 30 gedrückt wird. Gemäß dieser Konstruktion wird, wenn das Planetenrad 30 versucht relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 zu drehen, eine Reibungskraft proportional zu einer elastischen Eigenschaft der konischen Scheibenfeder 102 in dem Gleitkontaktabschnitt zwischen der konischen Scheibenfeder 102 und dem Planetenrad 30 erzeugt, d. h. zwischen dem Zahnrad 12 und dem Planetenrad 30.

[0096] In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 100, die mit der konischen Scheibenfeder 102 versehen ist, kann, sogar wenn ein Drehmoment, das bewirkt, dass die Abtriebswelle 22 und daher das Planetenrad 30 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 dreht, durch eine abrupte Änderung eines Brennkraftmaschinendrehmoments entwickelt wird, das von der Vorrichtung 100 über die Nockenwelle 4 übertragen wird, das erzeugte Drehmoment durch die Reibungskraft, die durch die konische Scheibenfeder 102 erhalten wird, vermindert werden. In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 100 steuert jedoch eine Stromzufuhrsteuereinheit 78, d. h. ein Steuerkreis 94, ein erstes und ein zweites Drehmoment, das auf eine Betätigungswelle 72 aufzugeben ist, so dass beide Drehmomente in jeweilig gewünschten Ausmaßen entsprechend der Reibungskraft, die durch die konische Scheibenfeder 102 erzeugt wird, aufgegeben werden. Daher kann gemäß der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 100, sogar wenn das Brennkraftmaschinendrehmoment sich erheblich ändert, das Planetenrad 30 und die Abtriebswelle 22 verhältnismäßig genau nur um einen Winkel, der für eine gewünschte Phasenänderung der Nockenwelle 4 erforderlich ist, gedreht werden.

[0097] Das Friktionselement ist nicht auf die vorstehend beschriebene konische Scheibenfeder 102 beschränkt, sondern andere Friktionseinrichtungen können eingesetzt werden, soweit sie eine Reibungskraft durch ihren Gleitkontakt mit mindestens einem von dem Zahnrad 12 und dem Planetenrad 30 erzeugen. Das Friktionselement kann zwischen der Abtriebswelle 22 und dem Zahnrad 12, nicht an dem Planetenrad 30, angeordnet werden.

Drittes Ausführungsbeispiel

[0098] Eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß

einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 7 und 8 dargestellt, in denen im Wesentlichen gleiche Bestandteile wie in dem ersten Ausführungsbeispiel mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

[0099] In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 150 dieses dritten Ausführungsbeispiels ist eine innere Umfangswand jeder der Eingriffsöffnungen 26, die in einer Abtriebswelle 22 ausgebildet sind, konisch, so dass sie im Durchmesser zu einer Seite der Öffnung 27 hin größer sind, in der ein korrespondierender Eingriffszapfen 34 in das Planetenrad 30 eingeführt ist. Eine Außenumfangswand jedes Eingriffszapfens 34 ist konisch, so dass sie im Durchmesser zu einem vorragenden Kopfabschnitt 34a hin kleiner ist. Jeder Eingriffszapfen 34 wird an seinem Basisabschnitt 34b durch einen Körper 31 eines Planetenrades 30 gelagert, so dass er zu beiden Seiten in Richtung einer Mittelachse Q beweglich ist, und wird in die Richtung des Einführens in das entsprechende Eingriffsloch 26 mittels einer Schraubenfeder 152 als eine Vorspanneinrichtung vorgespannt. Wie in Fig. 8 gezeigt ist, sind in diesem Ausführungsbeispiel der Durchmesser jedes Eingriffszapfens 34 und der jedes Eingriffslochs 26 auf eine derartige Weise definiert, dass, wenn die Außenumfangswand jedes Eingriffszapfens 34 in Anlage mit der inneren Umfangswand des korrespondierenden Eingriffslochs 26 an einem Abschnitt inklusive einer Erzeugungslinie gebracht ist, die Außenumfangswand des Eingriffszapfens 34 exklusive seinem Abschnitt, der nahe der Erzeugungslinie angeordnet ist, ein Spiel zwischen ihm und der inneren Umfangswand des Eingriffslochs 26 ausbildet. [0100] In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 100 mit einer derartigen Konstruktion ist die Außenumfangswand jedes Eingriffszapfens 34 bei Unterlaufen einer Vorspannkraft der Schraubenfeder 152 in Druckkontakt mit der inneren Umfangswand eines korrespondierenden Eingriffslochs 26 gebracht. Daher kann verhindert werden, dass die Übertragung des Drehmoments von dem Planetenrad 30 zu der Abtriebswelle 22 durch unzureichende Druckkraft jedes Eingriffszapfens 34 gegenüber dem korrespondierenden Eingriffsloch 26 blockiert wird, was durch das Spiel verursacht ist, das zwischen dem Eingriffszapfen 34 und dem Eingriffsloch 26 ausgebildet ist.

Viertes Ausführungsbeispiel

[0101] Eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 9 bis 19 dargestellt, in denen die im Wesentlichen gleichen Bestandteile wie die in dem ersten Ausführungsbeispiel mit gleichen Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

[0102] In einem Elektromotor 70, der in einer Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 155 gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verwendet ist, wie in Fig. 9 und 10 gezeigt ist, ist eine Stromzufuhrsteuereinheit 78 innerhalb eines Kastens 160 aufgenommen, der an ein Gehäuse 71 geklebt ist, wobei das Gehäuse 71 eine elektromagnetische Einheit 74 usw. darin aufgenommen hat und an eine Brennkraftmaschine 2 fixiert ist, so dass es nicht verlagerbar ist. Der Kasten 160 hat einen Einlasskanal 162 und einen Auslasskanal 163 an einer vertikal oberen bzw. unteren Position in einem an ein Fahrzeug montierten Zustand der Vorrichtung 155. Der Einlasskanal 162 schafft eine Verbindung zwischen dem Inneren eines Körpers 161 des Kastens 160 und dem Inneren des Gehäuses 71. Eine Öffnung des Einlasskanals 162 zum Gehäuse 71 ist nahe einem Endabschnitt 72b einer Betätigungswelle 72 angeordnet, wodurch der Einlasskanal 162 einen Luftstrom in den Körper 161 einführt; selbiger Luftstrom wird mit einer Drehung

der Betätigungswelle 72 und von Magneten 84 erzeugt. Der Auslasskanal 163 schafft eine Verbindung zwischen dem Inneren des Körpers 161 des Kastens 160 und einem äußeren Raum um die Vorrichtung 155. Der Auslasskanal 163 ist in einer L-Form an einer Stelle gebogen, so dass ein gebogener Abschnitt 164 ausgebildet ist. Der Luftstrom, der in den Einlasskanal 162 eingeführt wird, verläuft durch den Körper 161 des Kastens 160 und wird von dem Auslasskanal 163 zur Außenseite herausgeführt.

[0103] Daher können, da der Luftstrom, der mit der Drehung der Betätigungswelle 72 und der Magnete 84 erzeugt wird, von dem Einlasskanal 162 in den Körper 161 des Kastens 160 eingeführt wird und von dem Auslasskanal 163 herausgeführt wird, Kreise 62 und 94, die die Stromzufuhrsteuereinheit 78 bilden, wirksam gekühlt werden. Daher ist es möglich, sogar wenn die Stromzufuhrsteuereinheit 78 benachbart zu der elektromagnetischen Einheit 74 angeordnet ist, die geneigt ist Wärme zu erzeugen, eine Fehlfunktion der Stromzufuhrsteuereinheit 78 zu verhindern. Des Weiteren kann, sogar wenn Flüssigkeit in den Körper 161 des Kastens 160 von dem Einlasskanal 162 geraten sollte, die Flüssigkeit von dem Auslasskanal 163 abgegeben werden, der an einer tieferen Seite als der Einlasskanal 162 angeordnet ist. Ferner kann der Eintritt von Flüssigkeit von dem Auslasskanal 163 in den Körper 161 des Gehäuses 160 durch den gebogenen Abschnitt 164 verhindert werden.

[0104] Der Auslasskanal 163 kann an mehreren Stellen in einer derartigen Labyrinthform wie in Fig. 11, die eine Modifikation darstellt, gebogen sein, um mehrere gebogene Abschnitte 164 auszubilden.

[0105] In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 155 ist ein Endabschnitt 72a der Betätigungswelle 72 mit einem Endabschnitt 18b einer Exzenterwelle 18 als eine Eingangswelle durch eine derartige Wellenkupplung 170 verbunden, wie in Fig. 9 und 12 gezeigt ist. Die Wellenkupplung 170 hat einen ersten Passabschnitt, der an der Betätigungswelle 72 vorgesehen ist, und einen zweiten Passabschnitt 178, der durch den Endabschnitt 18b der Exzenterwelle 18 gebildet ist. Die Betätigungswelle 72 und die Exzenterwelle 18 sind miteinander durch gegenseitiges Passen beider Passabschnitte 171 und 178 verbunden.

[0106] Insbesondere ist der erste Passabschnitt 171 aus einem Verbindungselement 172 und einem Führungselement 173 aufgebaut. Das Verbindungselement 172 erstreckt sich in einer I-Form und ein Durchgangsloch 174 erstreckt sich senkrecht durch einen in der Längsrichtung des Verbindungselements 172 mittigen Teil. Des Weiteren ist ein Führungsloch 175 durch den in die Längsrichtung des Verbindungselements 172 mittigen Teil ausgebildet; selbiges Führungsloch 175 erstreckt sich senkrecht zu einer Achse in dieser Längsrichtung und ferner zu einer Achse in der Längsrichtung des Durchgangslochs 174. Das Führungselement 173 ist in der Form eines Stiftes ausgebildet und senkrecht an die Betätigungswelle 72 montiert. Die Betätigungswelle 72 ist durch das Durchgangsloch 72 gepasst, während das Führungselement 173 durch das Führungsloch 175 gepasst ist. Spalte von vorgegebenen Größen sind jeweils zwischen einer inneren Umfangswand des Durchgangslochs 174 und einer Außenumfangswand der Betätigungswelle 72 und zwischen einer inneren Umfangswand des Führungslochs 175 und einer Außenumfangswand des Führungselements 173 ausgebildet.

[0107] Der zweite Passabschnitt 178 ist zylindrisch und hat zwei Führungslöcher 179, die sich durch die zylindrische Wand des zweiten Passabschnitts senkrecht zu einer Mittelachse P, d. h. einer Exzenterachse P, des zweiten Passabschnitts erstrecken. Jedes Führungsloch 179 ist zu einer nichtplanetenradseitigen Endstirnfläche des zweiten Passab-

schnitts 178 geöffnet. Beide Endabschnitte in die Längsrichtung des Verbindungselements 172 sind jeweils abnehmbar in die Führungslöcher 179 gepasst, wodurch die Betätigungswelle 72 parallel zu einer inneren Umfangsseite der Exzenterwelle 18 inklusive dem zweiten Passabschnitt 178 angeordnet ist und mit der Exzenterwelle 18 verbunden ist. [0108] Daher wird die Drehmomentübertragung vorteilhaft zwischen der Betätigungswelle 72 und der Exzenterwelle 18 bewirkt, die miteinander durch die Wellenkupplung 170 verbunden sind. Des Weiteren kann, da das Verbindungselement in dem ersten Passabschnitt 171 und der zweite Passabschnitt 178 abnehmbar zusammengepasst sind, der Elektromotor 70 in Bezug auf die anderen Komponenten der Ventilzeitgebungssteuervorrichtung 155 leicht montiert und abgenommen werden. Dies verbessert die Instandhaltbarkeit. Des Weiteren kann eine Relativposition der Betätigungswelle 72 in Bezug auf die Exzenterwelle 18 frei in beide, einer Führungsrichtung des Führungselements 173 durch das Führungsloch 175 und einer Führungsrichtung des Verbindungselements 172 durch das Führungsloch 179, d. h. in zwei Richtungen senkrecht zu der Exzenterwelle 18 und senkrecht zueinander, gesetzt werden. Daher ist, wenn der Elektromotor 70 installiert wird, eine Mittelachse N der Betätigungswelle leicht mit einer Nockenachse O in eine Linie gebracht.

[0109] In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung, wie in Fig. 9 gezeigt ist, ist ein Abschnitt, der dem Eingriffsabschnitt 24 der Abtriebswelle 22 in dem ersten Ausführungsbeispiel entspricht, als ein drehbares Element 200 unabhängig von der Abtriebswelle 22 ausgebildet. Das drehbare Element 200 ist in einer derartigen Scheibenform ausgebildet, wie in Fig. 18 gezeigt ist, und ist durch eine innere Umfangswand eines Zahnrades 12 gelagert, so dass es relativ um die Nockenachse O drehbar ist.

[0110] Wenn ein Drehmoment nicht von der Betätigungswelle 72 des Elektromotors 70 auf die Exzenterwelle 18 übertragen wird, tritt keine Relativdrehung eines Planetenrads 30 in Bezug auf die Exzenterwelle 18 auf. Daher dreht das Planetenrad 30 integral mit dem Zahnrad 12 und der Exzenterwelle 18 um die Nockenachse O, während es mit einem Hohlrad 14 ohne Ändern seiner Relativpositionsbeziehung zu dem Hohlrad kämmt. Zu diesem Zeitpunkt drücken Eingriffszapfen 34 innere Umfangswände der Eingriffslöcher 26, in denen die Zapfen in Eingriff sind, in die Drehrichtung, wie in Fig. 14 gezeigt ist, so dass das drehbare Element 200 um die Nockenachse O dreht, während seine Phasenbeziehung zu dem Zahnrad 12 konstant gehalten wird. Wenn das erste Drehmoment von der Betätigungswelle 72 auf die Exzenterwelle 18 während dieser Drehung übertragen wird, dreht die Exzenterwelle 18 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in eine Verzögerungsrichtung um die Nockenachse O. Dies ermöglicht dem Planetenrad 30, das durch eine Außenumfangswand der Exzenterwelle 18 gedrückt wird, die Bewegung des Hohlrads 14, mit dem es in Eingriff ist, zu durchlaufen und relativ in Bezug auf die Exzenterwelle 18 in eine Vorlaufrichtung X um die Exzenterachse P zu drehen. In diesem Fall dreht das Planetenrad 30 relativ in die Vorlaufrichtung X in Bezug auf das Zahnrad 12 um die Nockenachse O, während es teilweise mit dem Hohlrad 14 kämmt. Als Folge wird das erste Drehmoment, das erhöht wird, während es seine Richtung zu der Vorlaufrichtung X geändert hat, auf das drehbare Element 200 übertragen, da die Eingriffszapfen 34 ferner die Eingriffslöcher 26 in die Drehrichtung drücken. Dies ermöglicht dem drehbaren Element 200 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Vorlaufrichtung X zu drehen. Andererseits dreht, wenn das zweite Drehmoment von der Betätigungswelle 72 auf die Exzenterwelle 18 übertragen ist, die Exzenterwelle 18 relativ in Be-

zug auf das Zahnrad 12 in die Vorlauffrichtung X um die Nockenachse O. Dies ermöglicht dem Planetenrad 30, das durch die Außenumfangswand der Exzenterwelle 18 gedrückt wird, die Bewegung des Hohlrads 14 zu durchlaufen und relativ in Bezug auf die Exzenterwelle 18 in die Verzögerungsrichtung Y um die Exzenterachse P zu drehen. In diesem Fall dreht das Planetenrad 30 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Verzögerungsrichtung Y um die Nockenachse O, während es teilweise mit dem Hohlrad 14 kämmt. Als Ergebnis wird das zweite Drehmoment, das erhöht worden ist, während es seine Richtung in die Verzögerungsrichtung Y geändert hat, auf das drehbare Element 200 übertragen, da die Eingriffszapfen 34 die Eingriffslöcher 26 in eine Richtung entgegengesetzt zu der Drehrichtung drücken. Dies ermöglicht dem drehbaren Element 200 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Verzögerungsrichtung Y zu drehen.

[0111] Daher bilden in diesem Ausführungsbeispiel das Hohlrad 14, die Exzenterwelle 18, das Planetenrad 30 und das drehbare Element 200 zusammen genommen einen Untersetzungsmechanismus. In diesem Untersetzungsmechanismus können seine Komponenten 14, 18, 30 und 200 nicht in die Achsrichtung der Exzenterwelle 18 verlagert werden, und daher wird die Vorrichtung 155 in die axiale Richtung der Exzenterwelle 18 nicht lang.

[0112] Außerdem kann mit diesem Untersetzungsmechanismus das Drehmoment, das von der Betätigungswelle 72 zu der Exzenterwelle 18 übertragen wird, erhöht werden, wobei das Drehmoment vermindert wird, das auf die Betätigungswelle 72 durch die elektromagnetische Einheit 74 übermittelt wird. Dementsprechend kann die Größe des Elektromotors 70 klein ausgeführt sein und daher kann die Effizienz des Austausches des Elektromotors 70 verbessert sein.

[0113] Anders als der Untersetzungsmechanismus des vorstehenden Aufbaus kann ebenso ein bekannter Untersetzungsmechanismus verwendet werden, der keine axiale Verlagerung seiner Komponenten mit einschließt.

[0114] In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 155, wie in Fig. 9 und 15 gezeigt ist, ist ein scheibenförmiger Umwandlungsabschnitt 210, der senkrecht zu der Nockenachse O ist, an der Mitte des Zahnrads 12 ausgebildet. Des Weiteren bildet eine Abtriebswelle 22 der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 155 einen im Wesentlichen dreieckigen plattenartigen Umwandlungsabschnitt 220, der an einem Endabschnitt 22b, der an der Seite gegenüberliegend zu der Nockenwelle 4 angeordnet ist, senkrecht zu der Nockenachse O ist. Der Umwandlungsabschnitt 220 ist zwischen einer Abdeckung 230, die an das Zahnrad 12 fixiert ist, und dem Umwandlungsabschnitt 210 zusammen mit dem Planetenrad 30 und dem drehbaren Element 200 geklemmt. Der Umwandlungsabschnitt 220 ist in Anlage an einer inneren Wand 210a des Umwandlungsabschnitts 210 und ist genau gegenüberliegend zu einer äußeren Wand 200a des drehbaren Elements 200.

[0115] Steuerstifte 250 als Steuerelemente sind mit dem drehbaren Element 200 und den Umwandlungsabschnitten 210 und 220 verbunden. Nachstehend erfolgt eine Beschreibung von diesem Verbindungsaufbau unter Bezugnahme auf Fig. 9 und Fig. 15 bis 19. In Fig. 15 bis 17 und Fig. 19 ist eine Schraffur, die einen Schnitt darstellt, weggelassen.

[0116] Wie in Fig. 15 gezeigt ist, sind Löcher 260 an drei Stellen des Umwandlungsabschnitts 210 ausgebildet, so dass sie einander überlappen, wenn sie jeweils um 120° um die Nockenachse O gedreht sind. Wie in Fig. 9 und 15 gezeigt ist, ist jedes Loch 260 an einer Innenwand 210a des Umwandlungsabschnitts 210 offen, der an dem Umwandlungsabschnitt 220 anliegt. Innere Umfangswände der Steuer-

erstifte 260 definieren Bahnen 262 zum jeweiligen Passen der Steuerstifte 250 hierdurch. Die Bahn 262, die durch jedes Loch 260 definiert ist, ist relativ zu einer radialen Achse des Umwandlungsabschnitts 210 geneigt, so dass sich ein radialer Abstand von der Nockenachse O ändert. In diesem Ausführungsbeispiel erstreckt sich die Bahn 262, die durch jedes Loch 260 definiert ist, gerade und ist in die Vorlauffrichtung X relativ zu der radialen Richtung getrennt von der Nockenachse O.

[0117] In dem Umwandlungsabschnitt 220, wie in Fig. 15 gezeigt ist, sind Löcher 270 an drei Stellen jeweils gegenüberliegend zu den Löchern 260 in dem Umwandlungsabschnitt 210 ausgebildet.

[0118] Die Löcher 270 sind nahe dreier Scheitel des Umwandlungsabschnitts 220 ausgebildet, dass sie einander überlappen, wenn sie jeweils um 120° um die Nockenachse O gedreht sind. Wie in Fig. 9 und 15 gezeigt ist, erstrecken sich die Löcher 270 durch den Umwandlungsabschnitt 220 in die Richtung der Plattendicke und sind zu einer äußeren Wand 220a des Umwandlungsabschnitts 220, der an dem Umwandlungsabschnitt 210 anliegt, und ferner zu einer äußeren Wand 220b des Umwandlungsabschnitts 220 geöffnet, der genau gegenüberliegend zu dem drehbaren Element 200 ist. Innere Umfangswände der Löcher 270 definieren Bahnen 272 zum jeweiligen Einpassen der Steuerstifte 250. Die Bahnen 272, die durch die Löcher 270 definiert sind, sind relativ zu einer radialen Achse des Umwandlungsabschnitts 220 geneigt, so dass sich ein radialer Abstand von der Nockenachse O ändert. In diesem Ausführungsbeispiel erstrecken sich die Bahnen 272 gerade in den Löchern 270 und sind in die Verzögerungsrichtung Y relativ zu der radialen Richtung unabhängig von der Nockenachse O geneigt. Dementsprechend kreuzen, wie in Fig. 15 bis 17 gezeigt ist, die Bahnen 272, die durch die Löcher 270 definiert sind, und die Bahnen 262, die durch die Löcher 260 definiert sind und den Bahnen 272 jeweils gegenüberliegen, einander an Positionen, die einer Drehphase der Abtriebswelle 22 relativ zu dem Zahnrad 12 entsprechen.

[0119] Eine der Bahnen 262 in den Löchern 260 und der Bahnen 272 in den Löchern 270 muss nicht immer relativ zu der radialen Achse geneigt sein. Oder die Bahnen 262 in den Löchern 260 können in die Verzögerungsrichtung Y in Bezug auf die radiale Achse getrennt von der Nockenachse O geneigt sein und die Bahnen 272 in den Löchern 270 können in die Vorlauffrichtung X in Bezug auf die radiale Achse getrennt von der Nockenachse O geneigt sein. Des Weiteren können die Bahnen 262 und 272 jeweils in einer gekrümmten Linienform oder in einer kombinierten Form aus beiden, gekrümmter Linie und gerader Linie, ausgebildet sein.

[0120] Wie in Fig. 15 gezeigt ist, sind drei Steuerstifte 250 vorgesehen und angeordnet, so dass sie jeweils drei Sätzen von einander gegenüberliegenden Löchern 260 und 270 entsprechen.

[0121] Wie in Fig. 9 gezeigt ist, sind die Steuerstifte 250 jeweils ein zylindrischer Stift, der sich parallel zu der Nockenachse O erstreckt, und sind zwischen dem Umwandlungsabschnitt 210 und dem drehbaren Element 200 gespannt gehalten, so dass die Schnittpunkte der Bahnen 262 und 272 durchlaufen werden, die in den korrespondierenden Löchern 260 und 270 ausgebildet sind. Wie in Fig. 9 und Fig. 15 bis 17 gezeigt ist, sind die Löcher 260 an den Steuerstiften 250 innerhalb der Bahnen 262 an zugehörigen Seitenwänden 260a und 260b ihrer inneren Umfangswände in Anlage, deren Seitenwände an beiden Seiten in die Drehrichtung angeordnet sind. Ebenso sind die Löcher 270 innerhalb der Bahnen 272 an den zugehörigen Seitenwänden 270a und 270b ihrer inneren Umfangswände, an den Steuerstiften 250 in Anlage, wobei selbige Seitenwände an beiden

Seiten in Drehrichtung angeordnet sind. Jeder Steuerstift 250 hat ein Wälzelement 252 an der Stelle seiner Anlage an das korrespondierende Loch 260 und hat ein Wälzelement 253 an der Stelle seiner Anlage an das Loch 270. Des Weiteren ist jeder Steuerstift 250 an seinem einen Ende mit einem Kugelelement 254 vorgesehen, das in Anlage an eine Bodenwand 260c des korrespondierenden Lochs 260 ist.

[0122] Wie in Fig. 18 und 19 gezeigt ist, sind Löcher 280 an drei Stellen des drehbaren Elements 200 ausgebildet. Die Löcher 280 sind so ausgebildet, dass sie einander überlappen, wenn sie jeweils um 120° um die Nockenachse O gedreht sind. Die Löcher 280 sind zu der äußeren Wand 200a des drehbaren Elements 200 geöffnet, das genau gegenüberliegend zu dem Umwandlungsabschnitt 220 ist. Innere Umfangswände der Löcher 280 definieren Bahnen 282 zum Einpassen der Steuerstifte 250. Die Bahnen 282, die in den Löchern 280 ausgebildet sind, sind relativ zu der radialen Achse des drehbaren Elements 200 geneigt, so dass sich ihr radialer Abstand von der Nockenachse O ändert. In diesem Ausführungsbeispiel erstrecken sich die Bahnen 282 in den Löchern 280 jeweils in der Form eines Bogens, der exzentrisch zu der Nockenachse O ist, und sind in die Vorlaufrichtung X relativ zu der radialen Achse getrennt von der Nockenachse O geneigt. Wie in Fig. 19 gezeigt ist, ist diese Neigung so gesetzt, dass die Bahn 282, die in jedem Loch 280 ausgebildet ist, die Bahnen 262 und 272 schneiden, die in jedem Satz von Löchern 260 und 270 ausgebildet sind. In diesen Ausführungsbeispielen sind des Weiteren beide Endabschnitte der Bahn 282 in jedem Loch 280 im Allgemeinen rechtwinklig zu der radialen Richtung des drehbaren Elements 200, wie in Fig. 18 gezeigt ist.

[0123] Die Bahn 282 in jedem Loch 280 betreffend, kann sie in die Verzögerungsrichtung Y relativ zu der radialen Richtung getrennt von der Nockenachse O geneigt sein.

[0124] Wie in Fig. 9 und 19 gezeigt ist, ist ein Kugelelement 256, das an einem Endabschnitt an der gegenüberliegenden Seite zu dem Kugelelement 254 jedes Steuerstifts vorgesehen ist, durch die Bahn 282 gepasst, die in jedem Loch 280 ausgebildet ist. Jedes Loch 280 ist in Anlage an das Kugelelement 256 des Steuerstifts 250 in der zugehörigen Bahn 282 an beiden Seitenwänden 280a und 280b seiner inneren Umfangswand, wobei die Seitenwände in die radiale Richtung der Bahn 282 angeordnet sind.

[0125] In diesem Ausführungsbeispiel ist nicht nur die Bahn 282 in jedem Loch 280 in der Form eines exzentrischen Bogens ausgebildet, sondern auch der Grad der Neigung relativ zu der radialen Richtung ist in Bezug auf die Bahnen 262, 272 und 282 eingestellt, die in den Löchern 260, 270 und 280 ausgebildet sind. Als Ergebnis ist es schwierig, das Brennkraftmaschinendrehmoment, das von der Nockenwelle 4 zu der Abtriebswelle 22 übertragen wird, auf das drehbare Element 200 und ferner die Exzenterwelle 18 zu übertragen.

[0126] Die Bahnen 282 in den Löchern 280 betreffend, können sie sich spiralförmig oder gerade erstrecken. Im Falle des Einsatzes einer Spiralform ist es möglich, eine Konstruktion zu verwirklichen, in der es schwierig ist, das Brennkraftmaschinendrehmoment auf die Exzenterwelle 18 zu übertragen, wie es der Fall beim Einsetzen des vorstehend exzentrischen Bogens ist.

[0127] Wenn Spulen 90 während einer Drehung des Zahnrads 12 mit dem Antriebsmoment nicht angeregt sind, wird der Einsatz des Drehmoments auf die Betätigungswelle 72 durch die elektromagnetische Einheit 74 nicht ausgeführt und dort tritt keine Relativdrehung der Exzenterwelle 18 und ferner des drehbaren Elements 100 in Bezug auf das Zahnrad 12 auf. In diesem Zustand dreht jeder Steuerstift 250 zusammen mit dem drehbaren Element 200 ohne sich

durch die Bahn 282 zu bewegen, die in dem korrespondierenden Loch 280 ausgebildet ist.

[0128] Dementsprechend bewegt sich jeder Steuerstift 250 nicht durch die Bahnen 262 und 272, die in den entsprechenden Löchern 260 und 270 ausgebildet sind, aber überträgt das Antriebsmoment, das auf das Zahnrad 12 eingegeben wird, auf die Abtriebswelle 22. Als Ergebnis dreht die Abtriebswelle 22 zusammen mit der Nockenwelle 4, während ihre Phase relativ zu dem Zahnrad 12 beibehalten wird. Daher wird die Phase der Nockenwelle 4 in Bezug auf die Kurbelwelle konstant gehalten.

[0129] Während der Drehung des Zahnrads 12, wenn die Spulen 90 angeregt sind, um ein in die Richtung des Uhrzeigersinns in Fig. 14 drehendes Magnetfeld entlang des äußeren Umfangs der Betätigungswelle 74 auszubilden, wird das zweite Drehmoment auf die Betätigungswelle 72 aufgegeben und auf die Exzenterwelle 18 übertragen. Dies erlaubt der Exzenterwelle 18, relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Vorlaufrichtung X zu drehen. Mit dieser Relativdrehung der Exzenterwelle 18 wird das zweite Drehmoment durch den Untersetzungsmechanismus erhöht und wird auf das drehbare Element 200 übertragen, während es seine Richtung zu der Verzögerungsrichtung Y ändert. Dies ermöglicht dem drehbaren Element 200, relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Verzögerungsrichtung Y zu drehen. Als Ergebnis wird jeder Steuerstift 250 durch die Seitenwand 280a der inneren Umfangswand des korrespondierenden Lochs 280 gedrückt, wobei die Seitenwand sich radial inwärts der zugehörigen Bahn 282 erstreckt. Diese Druckkraft bewirkt, dass jeder Steuerstift 250 sich im Wesentlichen radial von dem drehbaren Element 200 nach außen bewegt, während es durch die zugehörige Bahn 282 relativ in die Vorlaufrichtung X gelangt, wodurch sich ein radialer Abstand von der Nockenachse O erhöht; wobei der Abstand als ein radialer Abstand bezeichnet wird. Zu diesem Zeitpunkt drückt jeder Steuerstift 250 die Seitenwand 260b der inneren Umfangswand des korrespondierenden Lochs 260 in die Verzögerungsrichtung Y, wobei die Seitenwand sich zu der Verzögerungsseite der zugehörigen Bahn 262 erstreckt, und drückt ferner die Seitenwand 270a der inneren Umfangswand des zugehörigen Lochs 270 in die Vorlaufrichtung X, wobei die Seitenwand sich auf der Vorlaufseite der zugehörigen Bahn 272 erstreckt. Als Ergebnis passt jeder Steuerstift 250 durch beide Bahnen 262 und 272 in den korrespondierenden Löchern 260 und 270 und die Abtriebswelle 22 dreht relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Vorlaufrichtung X. Das heißt, dass sich die Phase der Abtriebswelle 22 in Bezug auf das Zahnrad 12 zu der Vorlaufseite verschiebt, so dass die Phase der Nockenwelle 4 in Bezug auf die Kurbelwelle sich ebenso zu der Vorlaufseite verschiebt.

[0130] Andererseits wird, während der Drehung des Zahnrads 12, wenn die Spulen 90 angeregt sind, um ein in die Richtung entgegen des Uhrzeigersinns in Fig. 14 drehendes Magnetfeld entlang dem äußeren Umfang der Betätigungswelle 72 auszubilden, das erste Drehmoment auf die Betätigungswelle 72 aufgebracht und zu der Exzenterwelle 18 übertragen. Dies erlaubt der Exzenterwelle 18 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Verzögerungsrichtung Y zu drehen. Zu diesem Zeitpunkt wird das erste Drehmoment für Relativdrehung der Exzenterwelle 18 durch den Untersetzungsmechanismus erhöht und wird auf das drehbare Element 200 übertragen, während es seine Richtung zu der Vorlaufrichtung X hin ändert. Dies ermöglicht dem drehbaren Element 200, relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Vorlaufrichtung X zu drehen. Als ein Ergebnis wird jeder Steuerstift 250 durch die Seitenwand 280b der inneren Umfangswand des korrespondierenden Lochs 280 gedrückt, wobei die Seitenwand sich radial nach außen von der zugehörigen

Bahn 282 erstreckt. Mit dieser Druckkraft bewegt sich jeder Steuerstift 250 hauptsächlich radial inwärts des drehbaren Elements 200, während es relativ in die Verzögerungsrichtung Y durch die zugehörige Bahn 282 verläuft, wodurch der radiale Abstand vermindert wird. Zu diesem Zeitpunkt drückt jeder Steuerstift 250 die Seitenwand 260a der inneren Umfangswand des korrespondierenden Lochs 260 in die Vorlaufrichtung X, wobei die Seitenwand sich zu der Vorlaufseite der zugehörigen Bahn 262 erstreckt. Der Steuerstift 250 drückt ferner die Seitenwand 270b der inneren Umfangswand des korrespondierenden Lochs 270 in die Verzögerungsrichtung Y, wobei die Seitenwand sich auf der Verzögerungsseite der zugehörigen Bahn 272 erstreckt. Als ein Ergebnis dreht die Abtriebswelle 22 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Verzögerungsrichtung Y, während jeder Steuerstift 250 durch beide Bahnen 262 und 272 verläuft, die in den korrespondierenden Löchern 260 und 270 ausgebildet sind. Das heißt, dass die Phase der Abtriebswelle 22 in Bezug auf das Zahnrad 12 zu der Verzögerungsseite verschoben wird, so dass die Phase der Nockenwelle 4 in Bezug auf die Kurbelwelle ebenso zu der Verzögerungsseite verschoben wird.

[0131] Daher bilden in diesem Ausführungsbeispiel der Untersetzungsmechanismus, der aus den Komponenten 14, 18, 30 und 200, ebenso wie aus den Umwandlungsabschnitten 210, 220 und den Steuerstiften 250 besteht, zusammengekommen eine Phasenänderungseinrichtung. Die Phasenänderungseinrichtung wandelt eine Relativdrehbewegung der Exzenterwelle 18 in Bezug auf das Zahnrad 12 in eine Relativdrehbewegung der Abtriebswelle 22 in Bezug auf das Zahnrad 12 um, wodurch die Phase der Nockenwelle 4 in Bezug auf die Kurbelwelle geändert wird.

[0132] Gemäß der vorstehend beschriebenen Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung 155 ist die elektromagnetische Einheit 74, die ein Drehmoment auf die Betätigungswelle 72 übermitteln, an die Brennkraftmaschine 2 fixiert, so dass sie nicht verlagerbar ist, wird das Drehmoment zu der Exzenterwelle 18 in der Phasenänderungseinrichtung übertragen und wird eine Phasenänderung der Nockenwelle 4 in Bezug auf die Kurbelwelle induziert. Als Ergebnis kann eine Massenträgheit, die auf die Vorrichtung 155 aufgebracht ist, kleiner als in der herkömmlichen Vorrichtung ausgeführt werden und daher können die Verbindungen der Komponenten in der Vorrichtung 155 ebenso wie die Komponenten selber in der Haltbarkeit verbessert werden. Gemäß der Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung 155 muss, da ferner die Stromzufuhrsteuereinheit 78 elektrisch mit der elektromagnetischen Einheit 74 verbunden ist, die an der Brennkraftmaschine 2 fixiert ist, so dass sie nicht verlagerbar ist, die elektrische Verbindung nicht mit einem Gleitkontaktverbindungselement versehen werden.

[0133] Dies beseitigt das Problem in der herkömmlichen Vorrichtung, dass die Haltbarkeit verschlechtert wird und Geräusche auftreten.

[0134] Des Weiteren ist in der Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung 155 der Wert eines elektrischen Stroms, der zu jeder Spule 90 zu führen ist, auf die gleiche Weise wie in dem ersten Ausführungsbeispiel durch den Steuerkreis 94 in dem Stromversorgungssteuerkreis 7 geregelt, der innerhalb des Kastens 160 eingehaust ist, so dass der Grad einer Phasenänderung der Nockenwelle 4 in Bezug auf die Kurbelwelle präzise gesteuert werden kann. Außerdem tritt gemäß der Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung 155, wie vorstehend angemerkt ist, da eine Fehlfunktion der Stromzufuhrsteuereinheit 78 durch Kühlen der einzelnen Kreise 92 und 94 der Stromzufuhrsteuereinheit 78 verhindert werden kann, ein Defekt in der Steuerung des Grades einer Phasenänderung kaum auf.

Fünftes Ausführungsbeispiel

[0135] Eine Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 20 dargestellt, in der die im Wesentlichen gleichen Bestandteile wie die in dem ersten und vierten Ausführungsbeispiel durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

[0136] Die Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung 300 dieses fünften Ausführungsbeispiels ist eine Modifikation der Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung 155 des vierten Ausführungsbeispiels. In der Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung 300 ist eine Mittelachse N einer Betätigungswelle 72 zu einer Nockenachse O exzentrisch. In der Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung 300 sind das Hohlrad 14 und das Planetenrad 30 der vorhergehenden Ausführungsbeispiele nicht vorgesehen, und anstelle der Exzenterwelle 18, die in dem vierten Ausführungsbeispiel verwendet ist, ist eine Eingangswelle 305 konzentrisch integral mit einem drehbaren Element 200. Ferner ist in der Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung 300 eine Kette 310 als ein ringförmiges Element anstelle der Wellenkupplung 170 in dem vierten Ausführungsbeispiel verwendet, um die Betätigungswelle 72 und die Eingangswelle 305 miteinander zu verbinden. Die Kette 310 erstreckt sich zwischen beiden, einem Zahnrad 320, das auf einem Endabschnitt 72a der Betätigungswelle 72 konzentrisch montiert ist, und einem Zahnrad 330, das an einem Endabschnitt 305a der Eingangswelle 305 konzentrisch montiert ist, und wird davon mitgenommen. Durch die Kette 310 sind die Betätigungswelle 72 und die Eingangswelle 305 zum synchronen Betrieb miteinander verbunden.

[0137] Wenn die Spulen 90 während einer Drehung des Zahnrads 12 mit einem Antriebsmoment nicht angeregt sind und kein Drehmoment auf die Betätigungswelle 72 durch eine elektromagnetische Einheit 74 aufgebracht wird, bewirkt die Eingangswelle 305, die zusammen mit dem Zahnrad 12 dreht, dass die Betätigungswelle 72 durch die Kette 310 synchron dreht. Andererseits wird, wenn die Spulen 90 während einer Drehung des Zahnrads 12 angeregt sind und das erste oder das zweite Drehmoment auf die Betätigungswelle 72 durch die elektromagnetische Einheit 74 aufgebracht sind, das aufgebrachte Drehmoment von der Betätigungswelle 72 über die Kette 310 auf die Eingangswelle 305 übertragen. Als Ergebnis dreht die Eingangswelle 305 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in eine Verzögerungsrichtung Y oder in eine Vorlaufrichtung X.

[0138] Daher bilden in diesem Ausführungsbeispiel die Eingangswelle 305, ein drehbares Element 200, Übertragungsabschnitte 210, 220 und Steuerstifte 250 zusammengekommen eine Phasenänderungseinrichtung.

[0139] Gemäß der vorstehend beschriebenen Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung 300 kann die Übertragung von Drehmoment zwischen der Betätigungswelle 72 und der Eingangswelle 305 vorteilhaft durch die Kette 310 erhalten werden. Außerdem kann gemäß der Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung 300, da die Kette 310 an den Zahnrädern 320 und 330 auf der Betätigungswelle 72 und der Eingangswelle 305 angebracht werden kann und davon abgenommen werden kann, ein Elektromotor 70 leicht in Bezug auf die anderen Komponenten der Ventilzeitgebeungseinstellvorrichtung 300 montiert und abgenommen werden, wodurch die Instandhaltbarkeit verbessert ist.

[0140] Die Kette 310 und die Zahnräder 320, 330 können zum Beispiel durch einen Gurt als ein ringförmiges Element bzw. Riemenscheiben ersetzt werden.

Sechstes Ausführungsbeispiel

[0141] Eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 21 dargestellt, in der gleiche Bestandteile wie in dem ersten und vierten Ausführungsbeispiel durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

[0142] Die Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 350 des sechsten Ausführungsbeispiels ist eine Modifikation der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 155 des vierten Ausführungsbeispiels. In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 350 ist eine Mittelachse N einer Betätigungswelle 72 zu einer Nockenwelle O exzentrisch. In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 350 werden des Weiteren das Hohlrad 14 und das Planetenrad 30 nicht verwendet und eine Eingangswelle 355 ist mit einem drehbaren Element 200 anstelle der Exzenterwelle 18, die in dem vierten Ausführungsbeispiel verwendet ist, konzentrisch und integral. Des Weiteren ist in der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 350 die Wellenkupplung 170, die in dem vierten Ausführungsbeispiel verwendet wird, durch einen Zahnradmechanismus 360 ersetzt, um die Betätigungswelle 72 und die Eingangswelle 355 zu verbinden. Der Zahnradmechanismus 360 hat ein Zahnrad 370, das konzentrisch an einem Endabschnitt 72a der Betätigungswelle 72 montiert ist und hat ferner ein Zahnrad 380, das konzentrisch an einem Endabschnitt 355a der Eingangswelle 355 montiert ist, wobei die Zahnräder 370 und 380 voneinander lösbar in Kämmlung sind. Mit diesem Eingriff beider Zahnräder 370 und 380 sind die Betätigungswelle 72 und die Eingangswelle 355 zum synchronen Betrieb miteinander verbunden.

[0143] Wenn Spulen 90 während einer Drehung eines Zahnrads 12 mit einem Antriebsmoment nicht angeregt sind und kein Drehmoment auf die Betätigungswelle 72 durch eine elektromagnetische Einheit 74 aufgebracht wird, bewirkt die Eingangswelle 355, die zusammen mit dem Zahnrad 12 dreht, dass die Betätigungswelle 72 durch den Zahnradmechanismus 360 synchron dreht. Andererseits wird, während einer Drehung des Zahnrads 12, wenn die Spulen 90 angeregt sind und das erste oder das zweite Drehmoment auf die Betätigungswelle 72 durch die elektromagnetische Einheit 74 aufgebracht sind, das aufgebrachte Drehmoment von der Betätigungswelle 72 über den Zahnradmechanismus 360 auf die Eingangswelle 355 übertragen. Dies ermöglicht der Eingangswelle 355 relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 in die Verzögerungsrichtung Y oder in die Vorlaufrichtung X zu drehen.

[0144] Daher bilden in diesem Ausführungsbeispiel die Eingangswelle 355, ein drehbares Element 244, Umwandlungsabschnitte 210, 220 und Steuerstifte 250 zusammengekommen eine Phasenänderungseinrichtung.

[0145] Gemäß der vorstehend beschriebenen Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 350 kann die Übertragung von Drehmoment zwischen der Betätigungswelle 72 und der Eingangswelle 355 vorteilhaft über den Zahnradmechanismus 360 erhalten werden. In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 350 kann ferner, da die Zahnräder 370 und 380, die auf der Betätigungswelle 72 bzw. der Eingangswelle 355 montiert sind, miteinander in Eingriff sind, ein Elektromotor leicht in Bezug auf die anderen Komponenten der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 350 montiert und abgenommen werden.

Siebtes Ausführungsbeispiel

[0146] Eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 22 dargestellt, in der im Wesentlichen glei-

che Komponenten wie in dem ersten und dem vierten Ausführungsbeispiel durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

[0147] Die Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 400 dieses siebten Ausführungsbeispiels ist eine Modifikation der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 155 des vierten Ausführungsbeispiels. In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 400 bildet ein Planetenrad 30 ein Übertragungselement für die Übertragung von Drehmoment zwischen einer Exzenterwelle 18 und einer Abtriebswelle 22, und ein elastisches Element 410, das durch eine konische Scheibenfeder ausgebildet ist, ist als ein Friktionselement zwischen dem Planetenrad 30 und einer Abdeckung 230 zwischengeordnet, die an einem Zahnrad 12 fixiert ist. Ein Endabschnitt 410a auf einer Seite des elastischen Elements 410 mit einem großen Durchmesser ist an die Abdeckung 230 fixiert, während ein Endabschnitt 410b auf einer Seite des elastischen Elements 410 mit einem kleinen Durchmesser in einen Gleitkontakt gegen eine äußere Wand auf einer Nichtein-
griffsseite des Planetenrads 30 gedrückt wird. Daher unterliegt, wenn das Planetenrad 30 versucht sich relativ in Bezug auf das Zahnrad 12 und die Abdeckung 230 zu drehen, das elastische Element 410 einer elastischen Verformung und eine Reibungskraft proportional zu der elastischen Eigenschaft des elastischen Elements 410 wird in dem Gleitkontaktabschnitt zwischen dem elastischen Element 410 und dem Planetenrad 30 erzeugt, d. h. zwischen der Abdeckung 230 und dem Planetenrad 30. In diesem Ausführungsbeispiel bilden das Zahnrad 12 und die Abdeckung 230 zusammengekommen einen antriebsseitigen Rotor.

[0148] In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 155 dieses vierten Ausführungsbeispiels ist es schwierig ein Brennkraftmaschinendrehmoment, das von einer Nockenwelle 4 zu einer Abtriebswelle 22 übertragen wird, auf eine Exzenterwelle 18 zu übertragen, so dass die Exzenterwelle 18 bei einem abrupt endenden Brennkraftmaschinendrehmoment sich nicht dreht, sondern durch die Betätigungswelle 72 gedreht wird, die dazu tendiert, aufgrund der Trägheit weiterzudrehen. In diesem Fall ändert sich die Phase der Nockenwelle 4 in Bezug auf die Kurbelwelle. In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 400 dieses siebten Ausführungsbeispiels kann jedoch der Drehung des Planetenrads 30, die durch die Trägheit der Betätigungswelle 72 bei plötzlicher Änderung des Brennkraftmaschinendrehmoments verursacht wird und daher die Drehung der Exzenterwelle 18, die durch die Drehung des Planetenrads 30 bewirkt wird, durch die Reibungskraft entgegengewirkt werden, die durch das elastische Element 410 erhalten wird. Dementsprechend kann die Phase der Nockenwelle 4 relativ zu der Kurbelwelle mit hoher Genauigkeit gesteuert werden. Aber in der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 400 werden das erste und das zweite Drehmoment, das auf die Betätigungswelle 72 aufzubringen ist, durch eine Stromzufuhrsteuereinheit 78 unter Berücksichtigung der Reibungskraft, die durch das elastische Element 410 erzeugt wird, gesteuert.

[0149] Das Friktionselement ist nicht auf das elastische Element 410 beschränkt, das durch eine konische Scheibenfeder gebildet ist. Es könnte jedes andere Friktionselement eingesetzt werden, solange es in Gleitkontakt mit einem Übertragungselement, wie beispielsweise einer Exzenterwelle 18 als eine Eingangswelle oder dem Planetenrad 30 für die Übertragung von Drehmoment zwischen der Exzenterwelle 8 und der Ausgangswelle 22 als ein antriebsseitiger Rotor, kommt und eine Reibungskraft erzeugt.

Achstes Ausführungsbeispiel

[0150] Eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung gemäß

einem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ist in Fig. 23 dargestellt, in der im Wesentlichen gleiche Bestandteile wie in dem ersten und dem vierten Ausführungsbeispiel durch gleiche Bezugszeichen gekennzeichnet sind.

[0151] Die Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 450 dieses achten Ausführungsbeispiels ist eine Modifikation der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 155 des vierten Ausführungsbeispiels. In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 450 ist eine Betätigungswelle 72 direkt an einer Exzenterwelle 18 fixiert. Des Weiteren sind in dem drehbaren Element 200, das in dem vierten Ausführungsbeispiel verwendet ist, der Abschnitt, der mit einem Planetenrad 30 in Eingriff ist, und der Abschnitt, der mit den Steuerstiften 250 verbunden ist, voneinander als ein erstes drehbares Element 460 bzw. ein zweites drehbares Element 470 getrennt. Ein Hohlrad 14, die Exzenterwelle 18, das Planetenrad 30 und das erste drehbare Element 460 sind innerhalb eines Gehäuses 71 eines Elektromotors 70 aufgenommen, wobei das Hohlrad 14 in dem Gehäuse 71 fixiert ist.

[0152] Des Weiteren sind ein Endabschnitt 460a nichtplanetenradseitig des ersten drehbaren Elements 460 und ein Endabschnitt 470a nichtsteuerstiftseitig des zweiten drehbaren Elements als konzentrisch erstreckende Wellen ausgebildet und sind miteinander durch eine Wellenkupplung 480 verbunden, die entsprechend der Wellenkupplung 170 konstruiert ist, die in dem vierten Ausführungsbeispiel verwendet ist.

[0153] In der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung 450 bilden das Hohlrad 14, die Exzenterwelle 18, das Planetenrad 30 und das erste drehbare Element 460 zusammengekommen einen Untersetzungsmechanismus ohne axialer Verlagerung, wobei der Untersetzungsmechanismus innerhalb dem Gehäuse 71 aufgenommen ist, das darin eine elektromagnetische Einheit 74 des Elektromotors aufgenommen hat.

[0154] Der Untersetzungsmechanismus, der aus den Komponenten 14, 18, 30 und 460 besteht, ebenso wie das zweite drehbare Element 470, Umwandlungsabschnitte 210, 220 und Steuerstifte 250 bilden zusammengekommen eine Phasenänderungseinrichtung.

[0155] Die vorliegende Erfindung ist vorstehend mittels mehrerer Ausführungsbeispiele beschrieben worden, aber als die Phasenänderungseinrichtung kann eine andere Konstruktion als die vorstehenden Konstruktionen eingesetzt werden, insoweit die eingesetzte Konstruktion die Funktion des Umwandels einer Relativdrehbewegung einer Eingangswelle in eine Relativdrehbewegung eines Rotors auf der angetriebenen Seite in Bezug auf einen antriebsseitigen Rotor erfüllen kann und hierdurch eine Drehphase einer angetriebenen Welle hinsichtlich einer Antriebswelle ändert. Zum Beispiel kann die Konstruktion, die in JP-A-2002-227615 offenbart ist, eingesetzt werden.

[0156] Obwohl die vorliegende Erfindung in Verbindung mit ihren bevorzugten Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die begleitenden Zeichnungen beschrieben worden ist, ist anzumerken, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen dem Fachmann ersichtlich sind. Derartige Änderungen und Modifikationen sind als innerhalb des Umfangs der vorliegenden Erfindung, wie in den anhängenden Patentansprüchen definiert ist, beinhaltet zu verstehen.

[0157] Eine Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung stellt eine Ventilzeitgebung durch Verschieben einer Drehphase einer Nockenwelle relativ zu einer Kurbelwelle ein. Die Vorrichtung hat einen Elektromotor (70) zum Drehen eines Rotorelements (18, 200), das ein phasendefinierendes Element (30, 250) zu einer erforderlichen Position antreibt und bewegt. Das phasendefinierende Element (30, 250) definiert

die Drehphase der Nockenwelle (4) selber entsprechend der Position. Das phasendefinierende Element kann ein Planetenrad (30) sein, das drehbar auf einer Exzenterwelle (18) als das Rotorelement gelagert ist. Das Planetenrad (30) arbeitet als beiderlei, als ein Untersetzungsmechanismus und als ein Phasenverschiebemechanismus. Das phasendefinierende Element kann ein Steuerstift (250), der verschiebbar auf einem drehbaren Element (200) als das Rotorelement gelagert ist, sein. Ein Planetenrad (30) kann zusätzlich als der Untersetzungsmechanismus zum Drehen des drehbaren Elements (200) verwendet werden. Es ist möglich, die Phase mit hoher Genauigkeit und Haltbarkeit zu steuern.

Patentansprüche

1. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung, die in einem Getriebesystem zur Übertragung eines Antriebsmoments einer Antriebswelle in einer Brennkraftmaschine auf eine angetriebene Welle, die mindestens eines von einem Einlassventil und einem Auslassventil für Öffnungs- und Schließbewegungen betätigt, vorgesehen ist, um eine Öffnungs-/Schließzeitgebung des mindestens einen von dem Einlassventil und dem Auslassventil einzustellen, wobei die Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung:

ein drehbares Element (12, 14), das angepasst ist, um um eine Achse der angetriebenen Welle mit dem Antriebsmoment der Antriebswelle zu drehen, wobei das drehbare Element ein Innenzahnrad konzentrisch mit einer Achse der angetriebenen Welle hat;

eine Exzenterwelle (18), die zu der Achse der angetriebenen Welle exzentrisch ist und angepasst ist, um um die Achse der angetriebenen Welle mit der Drehung des drehbaren Elements zu drehen;

ein Planetenrad (30), das durch eine Außenumfangswand der Exzenterwelle gelagert ist, so dass es relativ um eine Achse der Exzenterwelle bewegbar ist und angepasst ist, um um die Achse der angetriebenen Welle mit einer Drehung des drehbaren Elements durch Kämmen mit dem Innenzahnrad zu drehen;

eine Abtriebswelle (22), die mit der angetriebenen Welle verbunden ist und angepasst ist, um um die Achse der angetriebenen Welle integral mit der angetriebenen Welle mit Drehung des Planetenrads durch Eingriff mit dem Planetenrad zu drehen;

eine Betätigungswelle (72), die mit der Exzenterwelle verbunden ist und angepasst ist, um um die Achse der angetriebenen Welle integral mit der Exzenterwelle zu drehen; und

eine elektromagnetische Einheit (74) hat, die an die Brennkraftmaschine fixiert ist, so dass sie nicht verlagerbar ist, wobei die elektromagnetische Einheit bewirkt, dass ein Magnetfeld entlang einem äußeren Umfang der Betätigungswelle durch die Zufuhr eines elektrischen Stroms erzeugt wird und hierdurch auf die Betätigungswelle ein erstes Drehmoment, das in eine Richtung entgegengesetzt zu der Drehrichtung der Betätigungswelle wirkt, und ein zweites Drehmoment aufgebracht wird, dass in der Drehrichtung der Betätigungswelle wirkt,

wobei, wenn die elektromagnetische Einheit das erste Drehmoment auf die Betätigungswelle in einem drehenden Zustand der Welle aufbringt, die Betätigungswelle und die Exzenterwelle relativ in Bezug auf das drehbare Element in eine Verzögerungsrichtung drehen, wodurch das Planetenrad relativ in Bezug auf das drehbare Element in eine Vorlaufrichtung zusammen mit der Abtriebswelle und der angetriebenen Welle

dreht, während es relativ in Bezug auf die Exzenterwelle in die Vorlaufrichtung dreht, und wenn die elektromagnetische Einheit das zweite Drehmoment auf die Betätigungswelle in einem drehenden Zustand der Welle aufbringt, die Betätigungswelle und die Exzenterwelle relativ in Bezug auf das drehbare Element in die Vorlaufrichtung drehen, wodurch das Planetenrad relativ in Bezug auf das drehbare Element in die Verzögerungsrichtung zusammen mit der Abtriebswelle und der angetriebenen Welle dreht, während es relativ in Bezug auf die Exzenterwelle in die Verzögerungsrichtung dreht.

2. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 1, ferner mit einer Stromzufuhrsteuereinheit (78) zum Steuern der Zufuhr eines elektrischen Stroms zu der elektromagnetischen Einheit.

3. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Betätigungswelle (72), die elektromagnetische Einheit (74), die die Betätigungswelle drehbar lagert, und die Stromzufuhrsteuereinheit (78), die an die elektromagnetische Einheit geklebt ist, einen Elektromotor (70) bilden.

4. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, ferner mit einer Sensoreinheit (76) zum Erfassen eines Drehwinkels der Betätigungswelle (72) und wobei die Stromzufuhrsteuereinheit (78) die Zufuhr eines elektrischen Stroms der elektromagnetischen Einheit auf der Basis des Drehwinkels, der durch die Sensoreinheit erfasst ist, steuert.

5. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei die Betätigungswelle (72) an ihrem äußeren Umfang mit einem Magneten (84) zum Ausbilden eines Magnetpols versehen ist.

6. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 5, wobei der Magnet (84) aus einem Magneten aus seltenen Erden gebildet ist.

7. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, ferner mit einem Friktionselement (102), das eine Reibungskraft zwischen dem drehbaren Element und mindestens einem von dem Planetenrad und der Abtriebswelle verstärkt, die beide angepasst sind, um relativ in Bezug auf das drehbare Element zu drehen.

8. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei:

die Abtriebswelle (22) mindestens ein Eingriffsloch (26) mit einem kreisförmigen Querschnitt um die Achse der angetriebenen Welle hat; das Planetenrad (30) mindestens einen Eingriffszapfen (34) mit einem kreisförmigen Querschnitt um die Achse der Exzenterwelle hat, wobei der Eingriffszapfen in das Eingriffsloch als ein korrespondierendes Eingriffsloch durch eine Öffnung des Eingriffslochs einführbar ist; und

eine innere Umfangswand des Eingriffslochs und eine Außenumfangswand des Eingriffszapfens, die zueinander korrespondieren, miteinander in Eingriff sind, wodurch die Abtriebswelle mit dem Planetenrad in Eingriff kommt.

9. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 8, ferner mit einer Vorspanneinrichtung (152), und wobei die innere Umfangswand des Eingriffslochs (26) konisch ist, so dass sie im Durchmesser zu der Öffnung des Eingriffslochs, in das der Eingriffszapfen einführbar ist, größer ist,

der äußere Umfang des Eingriffszapfens (34) konisch ist, so dass sein Durchmesser hin zu einem vorragenden Kopfabschnitt (34a) kleiner ist, und

der Eingriffszapfen (34) auf dem Planetenrad (30) ausgebildet ist, so dass er zu beiden Seiten in eine Mittelachsenrichtung des Zapfens beweglich ist und in die Richtung der Einführung in das Eingriffsloch durch die Vorspannrichtung vorgespannt ist.

10. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung, die in einem Getriebesystem zur Übertragung eines Antriebsmoments einer Abtriebswelle in einer Brennkraftmaschine auf eine angetriebene Welle vorgesehen ist, die mindestens eines von einem Einlassventil und einem Auslassventil zu Öffnungs- und Schließbewegungen betätigt, um eine Öffnungs-/Schließzeitgebung des mindestens einen von dem Einlassventil und dem Auslassventil einzustellen, wobei die Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung:

einen antriebsseitigen Rotor (12), der angepasst ist, um mit dem Antriebsmoment der Abtriebswelle zu drehen; einen Rotor auf der angetriebenen Seite (22), der angepasst ist, um zusammen mit der angetriebenen Welle mit Drehung des antriebsseitigen Rotors zu drehen; eine Betätigungswelle (72);

eine elektromagnetische Einheit (74), die an die Brennkraftmaschine fixiert ist, so dass sie nicht verlagerbar ist, wobei die elektromagnetische Einheit ein Magnetfeld durch die Zufuhr eines elektrischen Stroms erzeugt und wodurch Momente aufgegeben werden, die in zwei entgegengesetzte Richtungen der Betätigungswelle wirken; und

eine Phasenänderungseinrichtung (14, 18, 30, 200, 210, 220, 250, 460, 470) hat, die eine Eingangswelle (18, 305, 355, 470a) hat, die angepasst ist, um relativ in Bezug auf den antriebsseitigen Rotor bei Übertragung des Drehmoments hierauf zu drehen, das auf die Betätigungswelle durch die elektromagnetische Einheit aufgegeben worden ist, wobei die Phasenänderungseinrichtung die Relativdrehbewegung der Eingangswelle in eine Relativedrehbewegung des Rotors auf der angetriebenen Seite in Bezug auf den antriebsseitigen Rotor umwandelt und hierdurch eine Drehphase der angetriebenen Welle in Bezug auf den antriebsseitigen Rotor ändert.

11. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 10, wobei die Betätigungswelle (72) und die elektromagnetische Einheit (74) einen Elektromotor (70) bilden, wobei der Elektromotor in Bezug auf die anderen Komponenten der Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung montierbar und abnehmbar ist.

12. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Betätigungswelle (72) und die Eingangswelle (18, 305, 355, 470a) miteinander durch eine Wellenkupplung (82, 170, 310, 320, 330, 370, 380, 480) verbunden sind.

13. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Betätigungswelle (72) und die Eingangswelle (305) miteinander durch ein ringförmiges Element (310) verbunden sind, das sich zwischen beiden Wellen erstreckt und darauf mitnehmbar ist.

14. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 11, wobei die Betätigungswelle (72) und die Eingangswelle (355) miteinander durch den Eingriff von Zahnrädern (370, 380) verbunden sind, die jeweils an beiden Wellen montiert sind.

15. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 14, wobei die Phasenänderungseinrichtung einen Untersetzungsmechanismus (14, 18, 30) zum Verringern der Drehzahl der Eingangswelle hat.

16. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach An-

spruch 15, wobei Komponenten (14, 18, 30) des Untersetzungsmechanismus nicht in die axiale Richtung der Eingangswelle verlagerbar sind.

17. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 16, ferner mit einer Stromzufuhrsteuereinheit (78) zum Steuern der Zufuhr eines elektrischen Stroms zu der elektromagnetischen Einheit.

18. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 17, ferner mit einem Kasten (160) zum Aufnehmen der Stromzufuhrsteuereinheit (78) darin, wobei der Kasten an ein Aufnahmegehäuse der elektromagnetischen Einheit geklebt ist, so dass es den Zugang einen Luftstrom hierin ermöglicht, der durch Drehung der Betätigungswelle (72) erzeugt wird.

19. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 18, wobei der Kasten (160) in vertikaler Richtung einen Einlasskanal (162) und einen Auslasskanal (163) an einer oberen bzw. unteren Seite hat, so dass der durch die Drehung der Betätigungswelle erzeugte Luftstrom in den Einlasskanal zuführbar ist und von dem Auslasskanal nach außen abgeführt wird.

20. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 19, wobei der Auslasskanal (163) mindestens einen gebogenen Abschnitt ausbildet.

21. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 10 bis 20, wobei die Phasenänderungseinrichtung ein Übertragungselement (30) zur Übertragung eines Drehmoments zwischen der Eingangswelle und dem Rotor auf der angetriebenen Seite und ein Friktionselement (102, 410) hat, das eine Reibungskraft zwischen dem Übertragungselement oder der Eingangswelle und dem antriebsseitigen Rotor verstärkt.

22. Ventilzeitgebungseinstellvorrichtung nach Anspruch 21, wobei das Friktionselement aus einem elastischen Element (102, 410) gebildet ist, das die Reibungskraft durch eine elastische Verformung erzeugt.

Hierzu 20 Seite(n) Zeichnungen

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 1

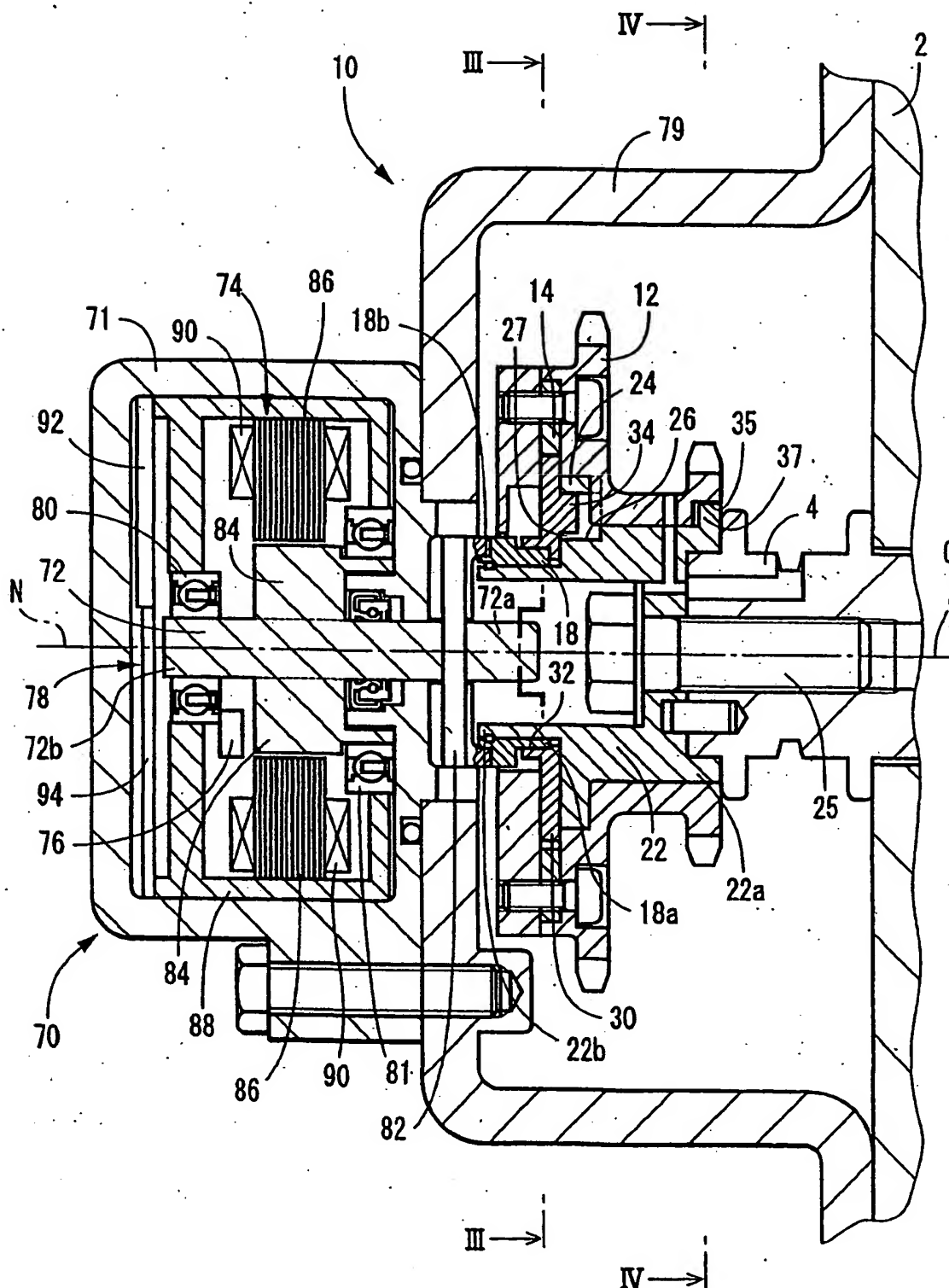


FIG. 2

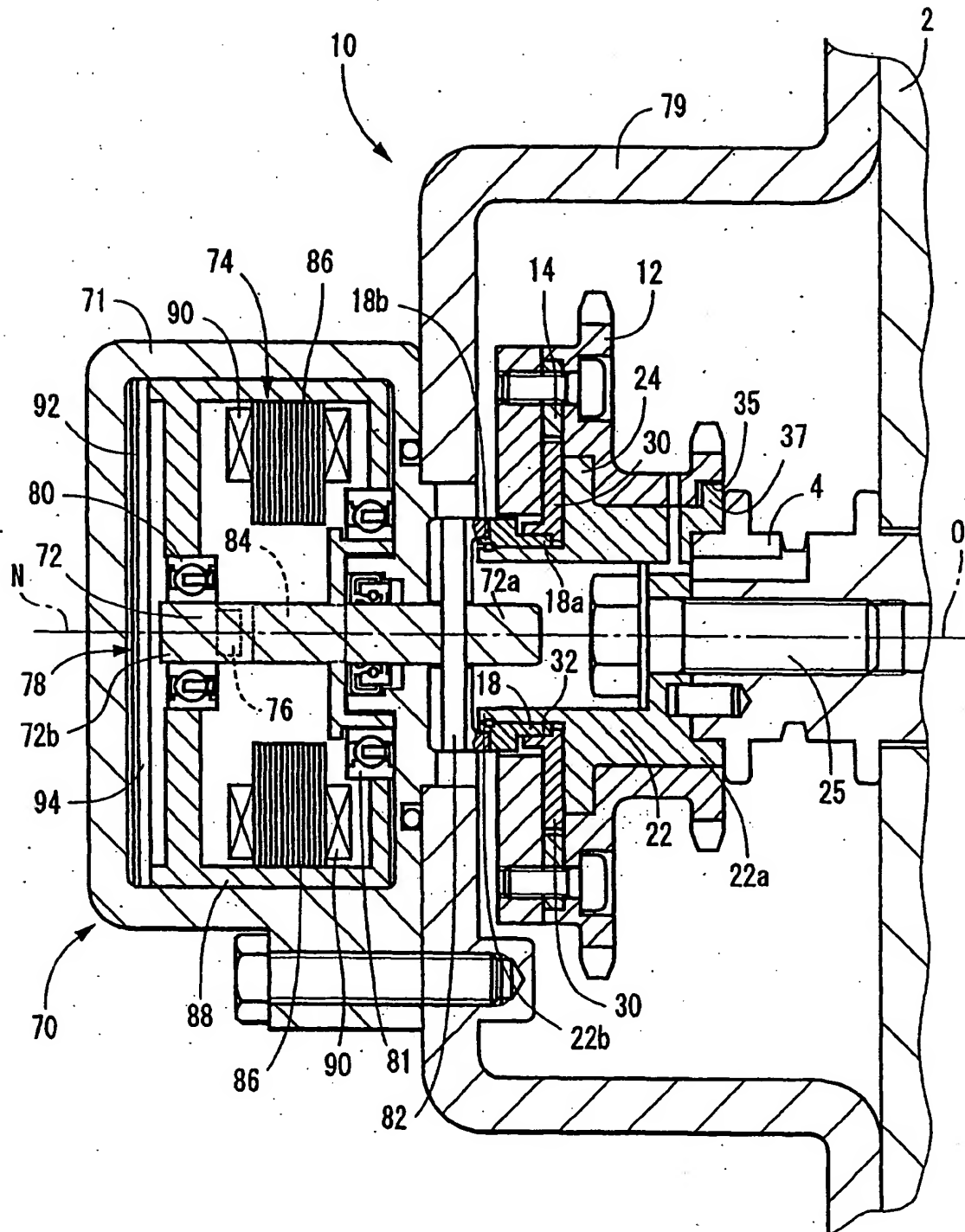


FIG. 3

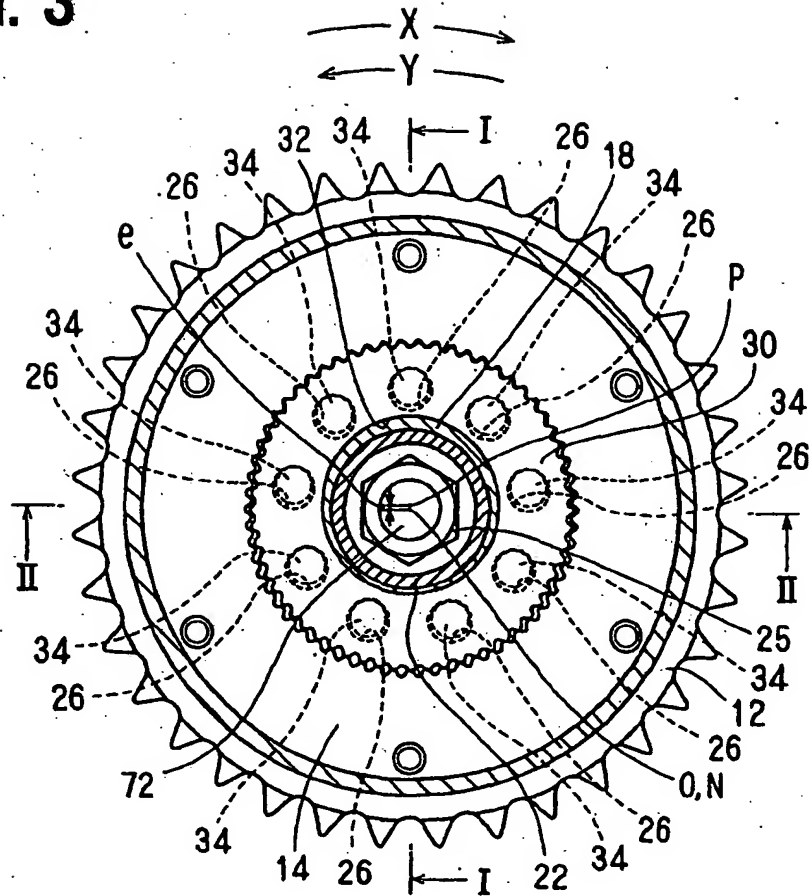


FIG. 4

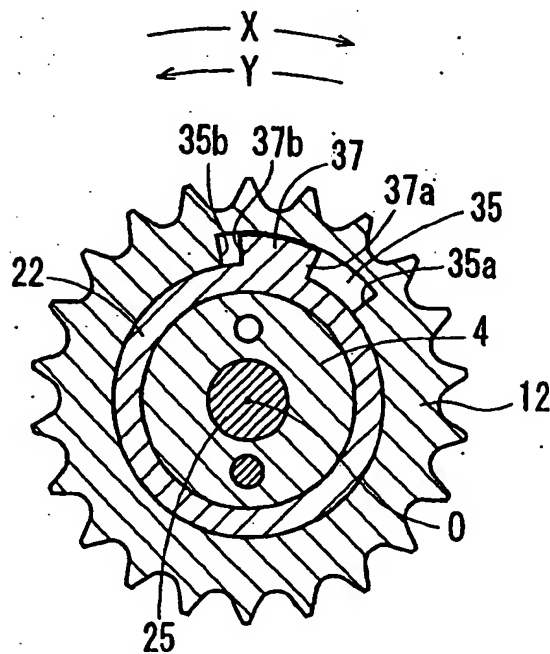


FIG. 5

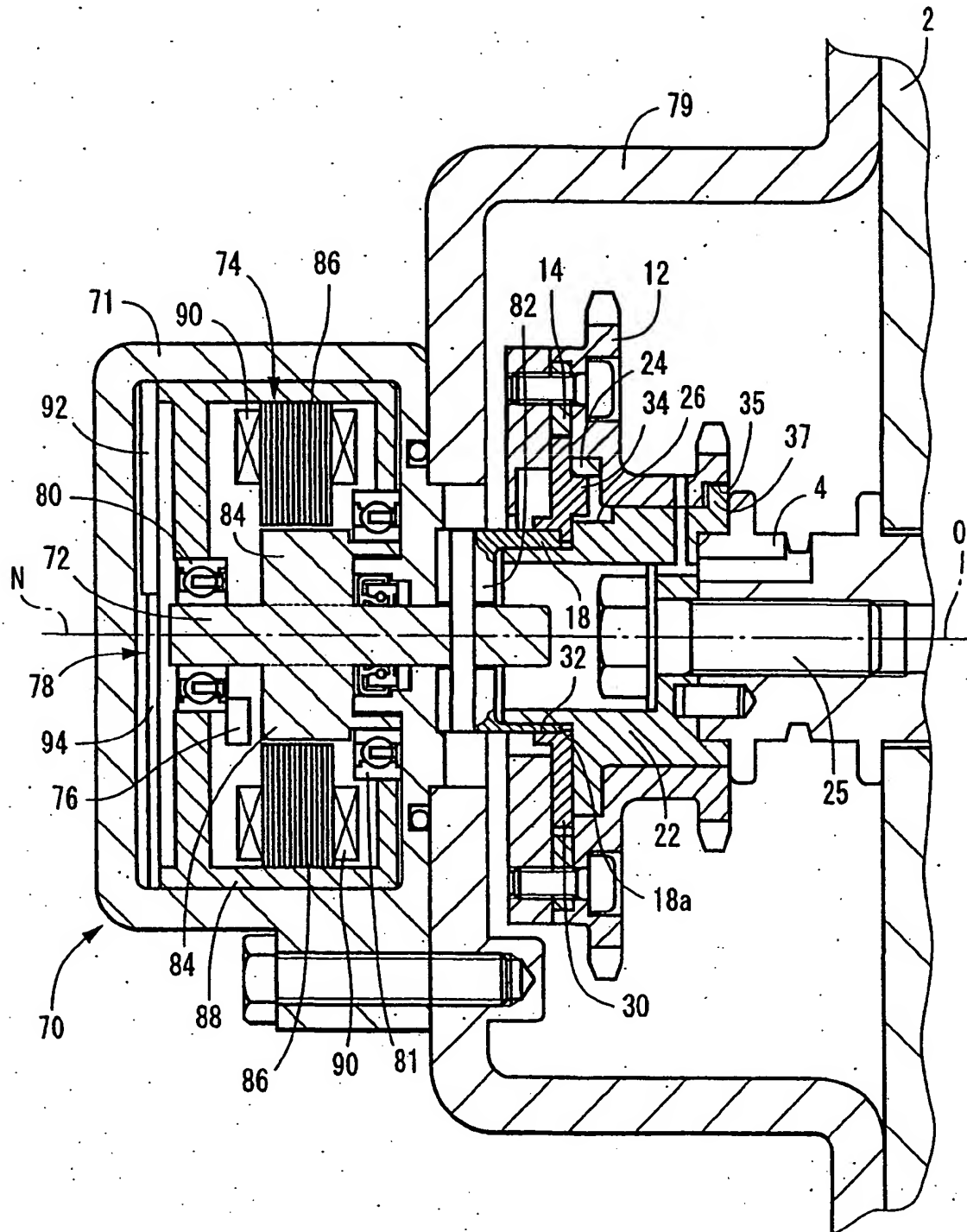


FIG. 6

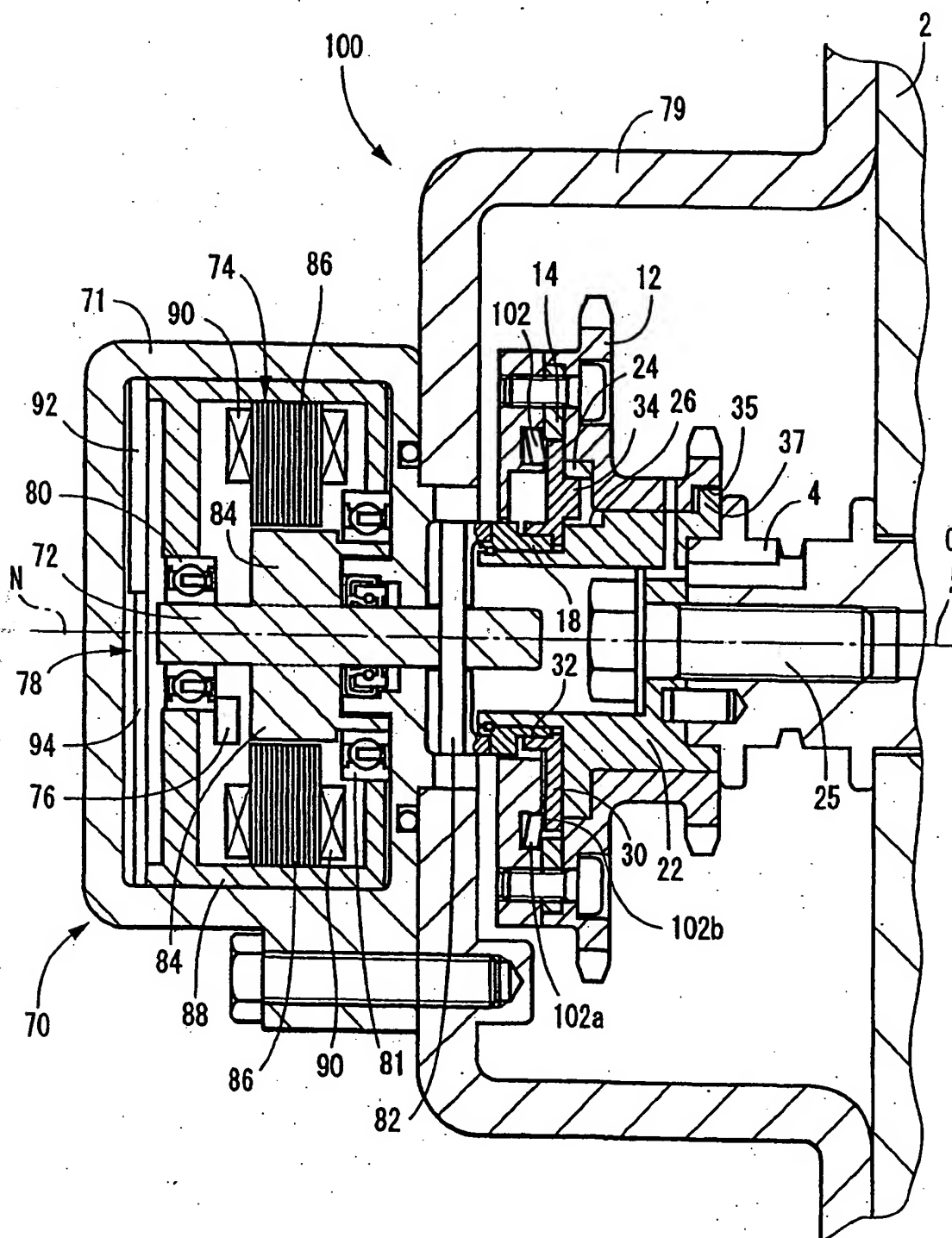


FIG. 7

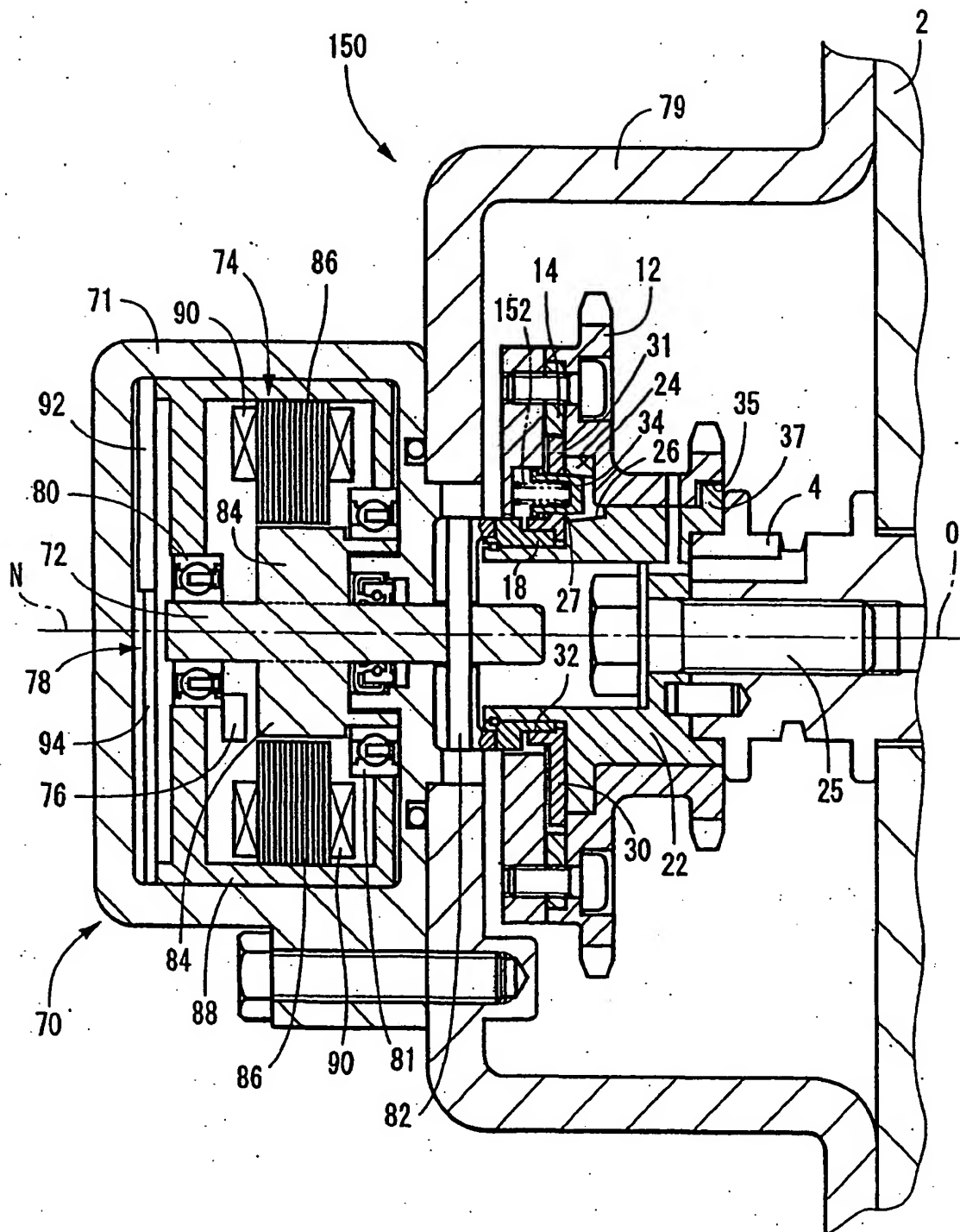


FIG. 8

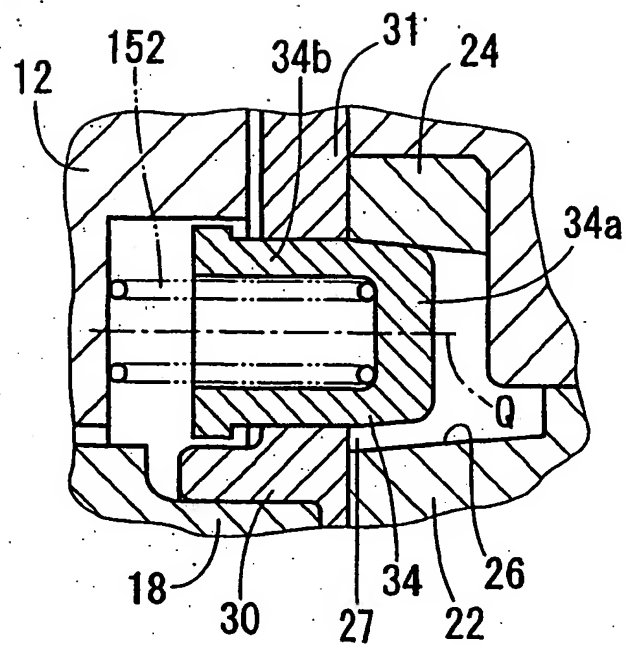


FIG. 10

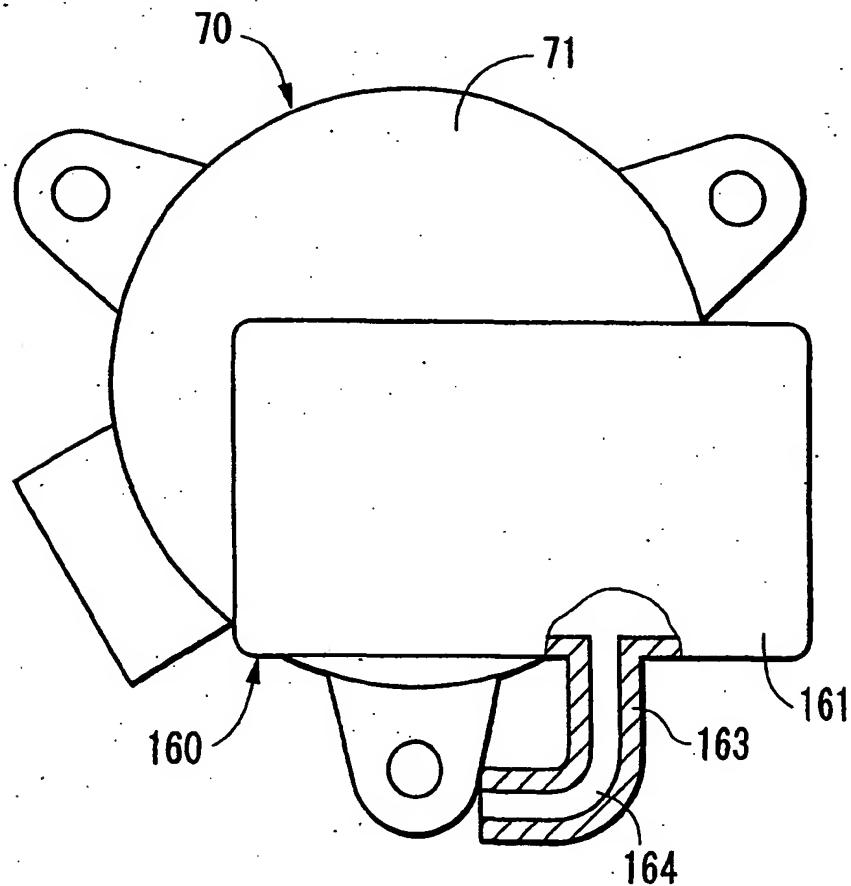


FIG. 9A

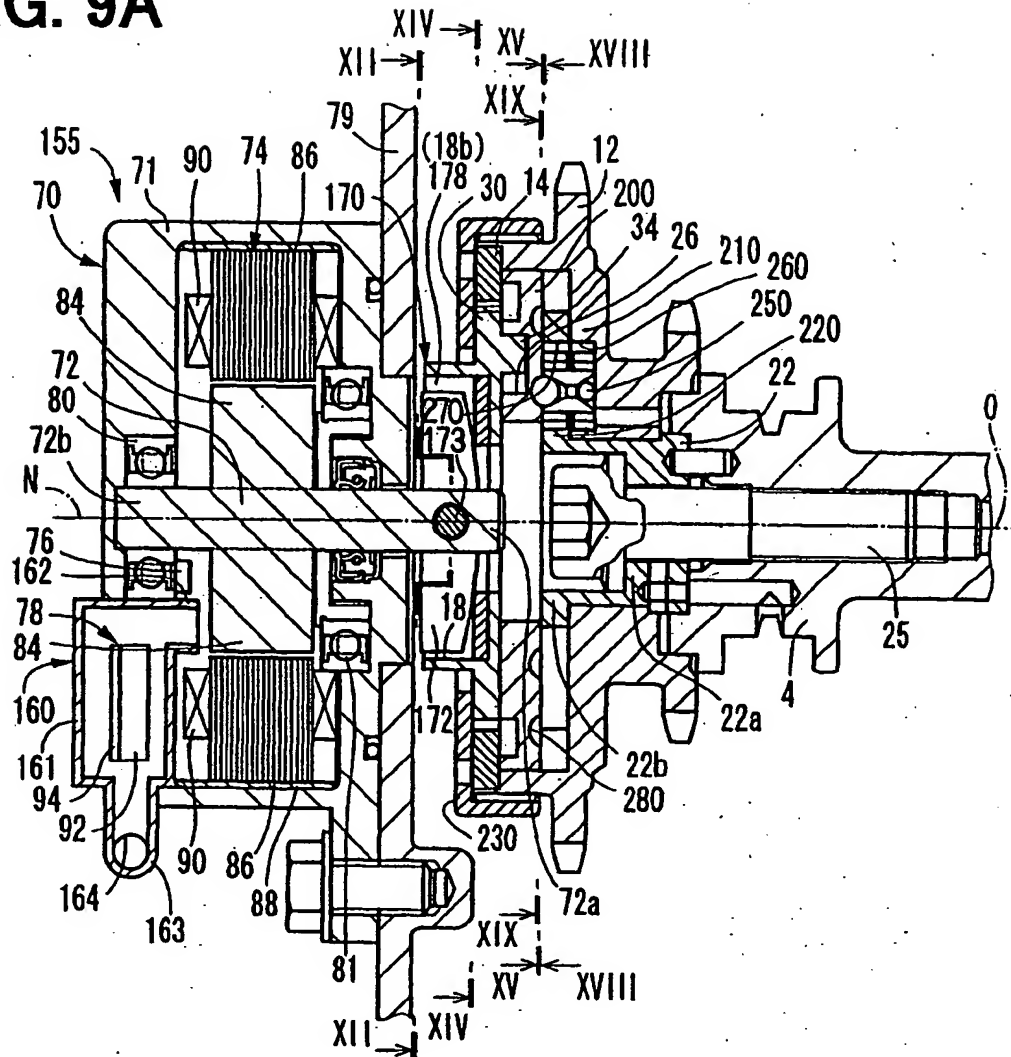


FIG. 9B

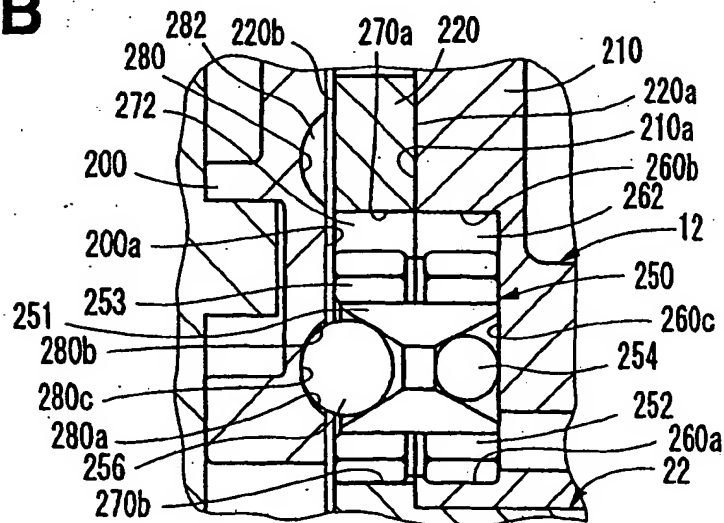


FIG. 11

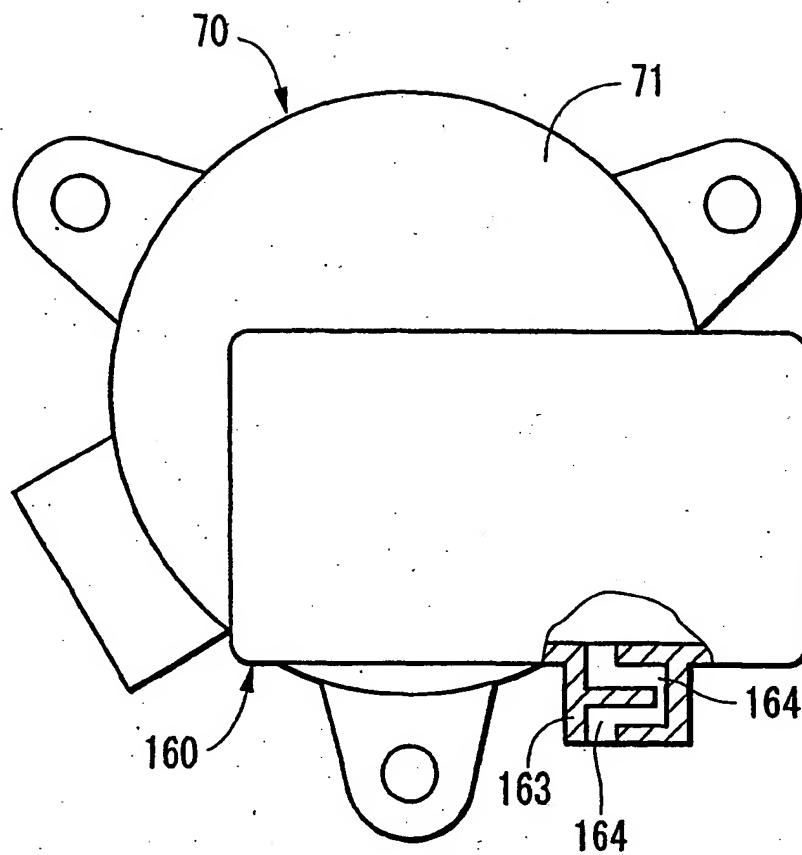


FIG. 12

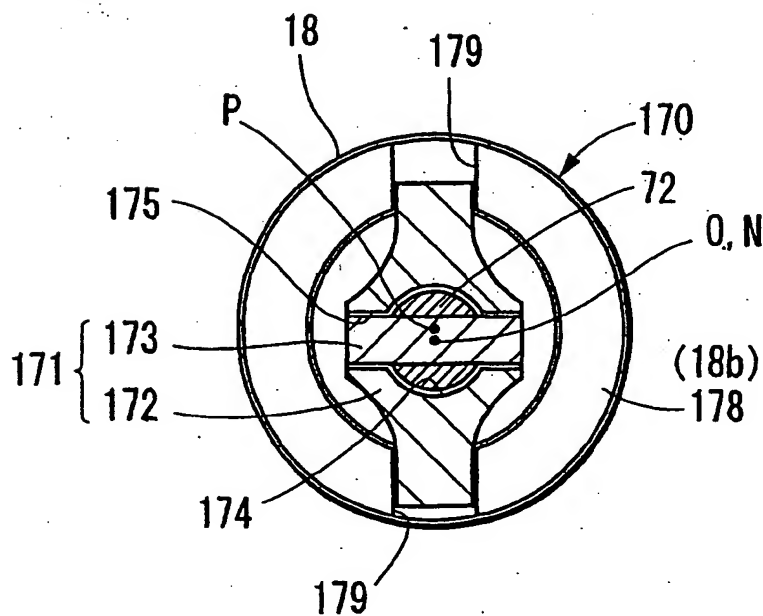


FIG. 13

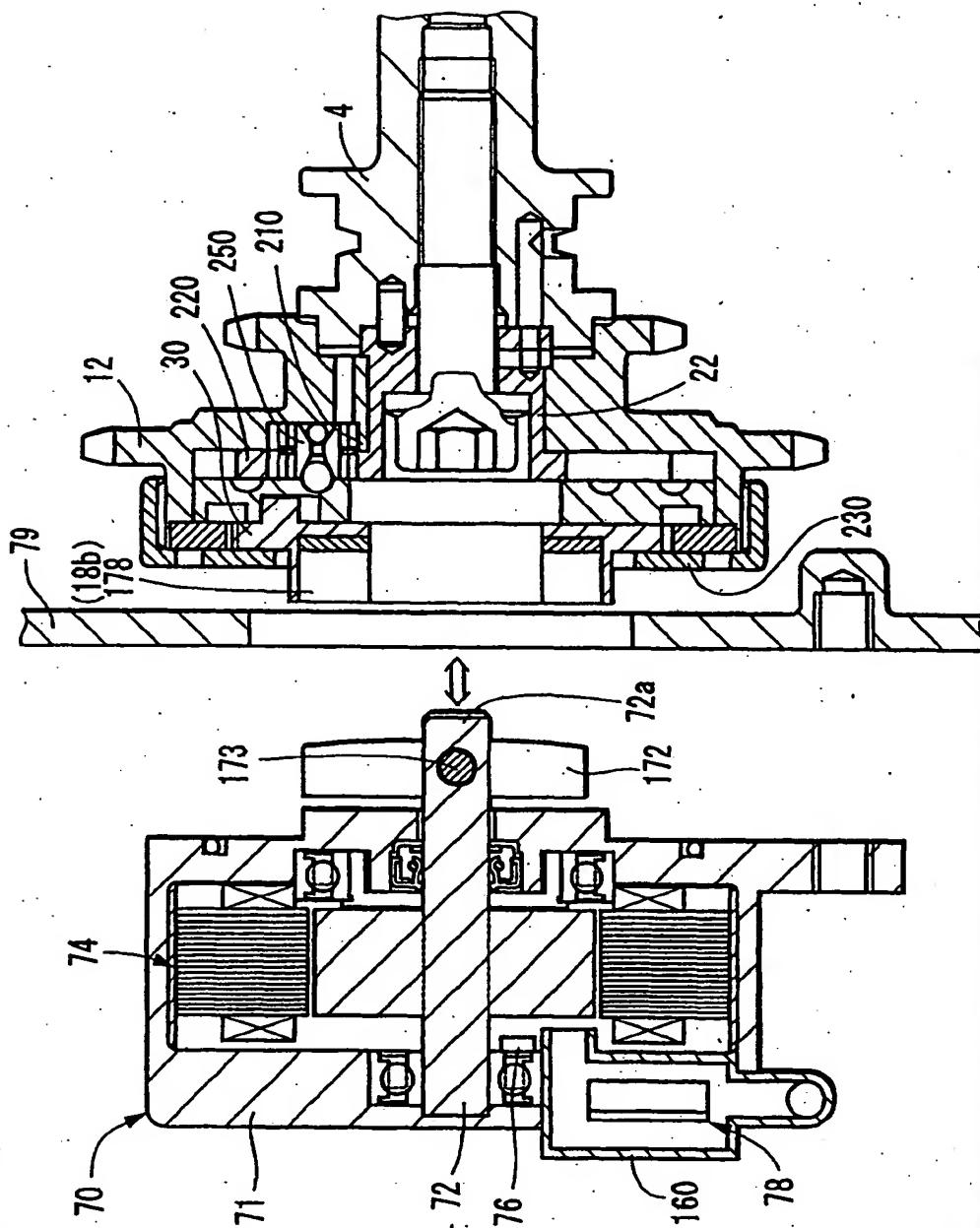


FIG. 14

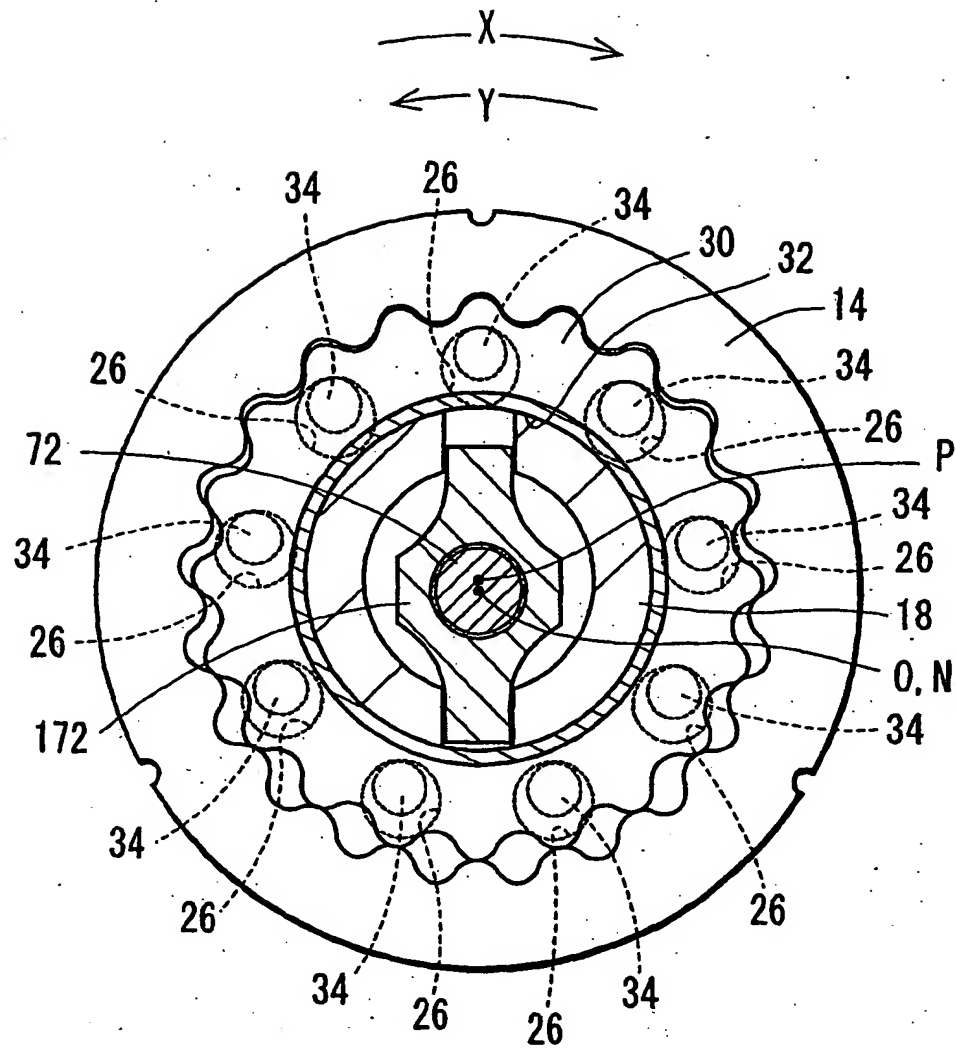


FIG. 15

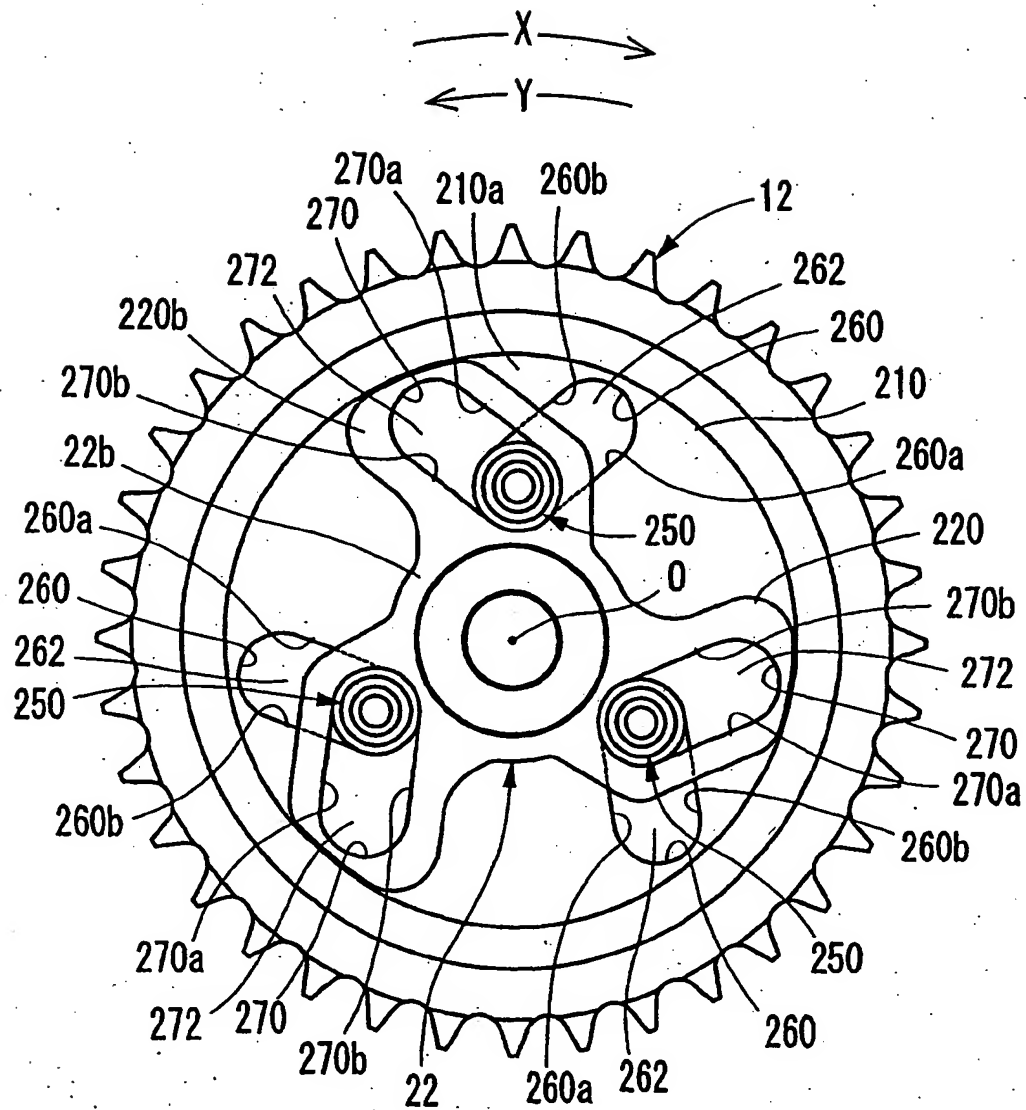


FIG. 16

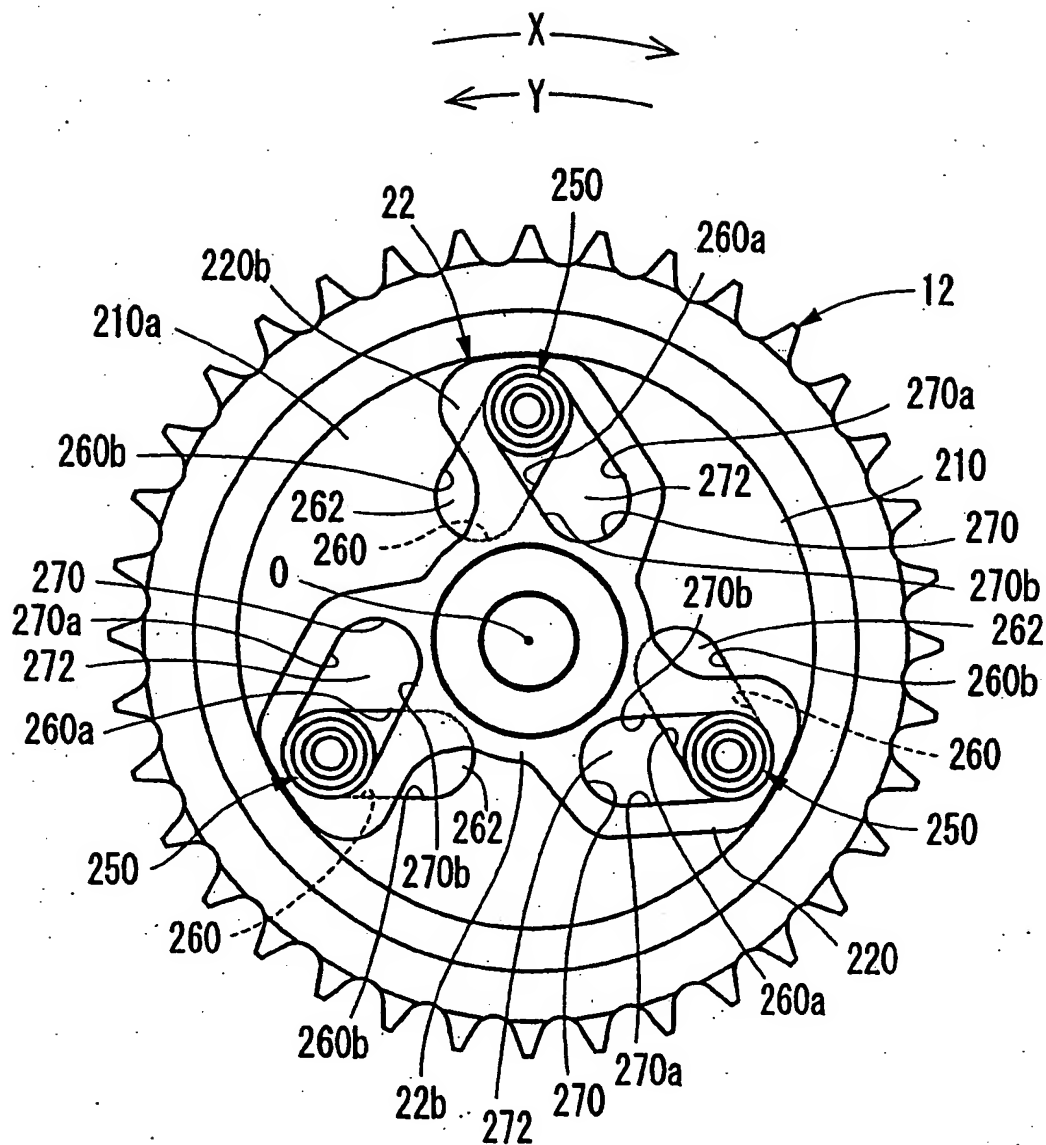


FIG. 17

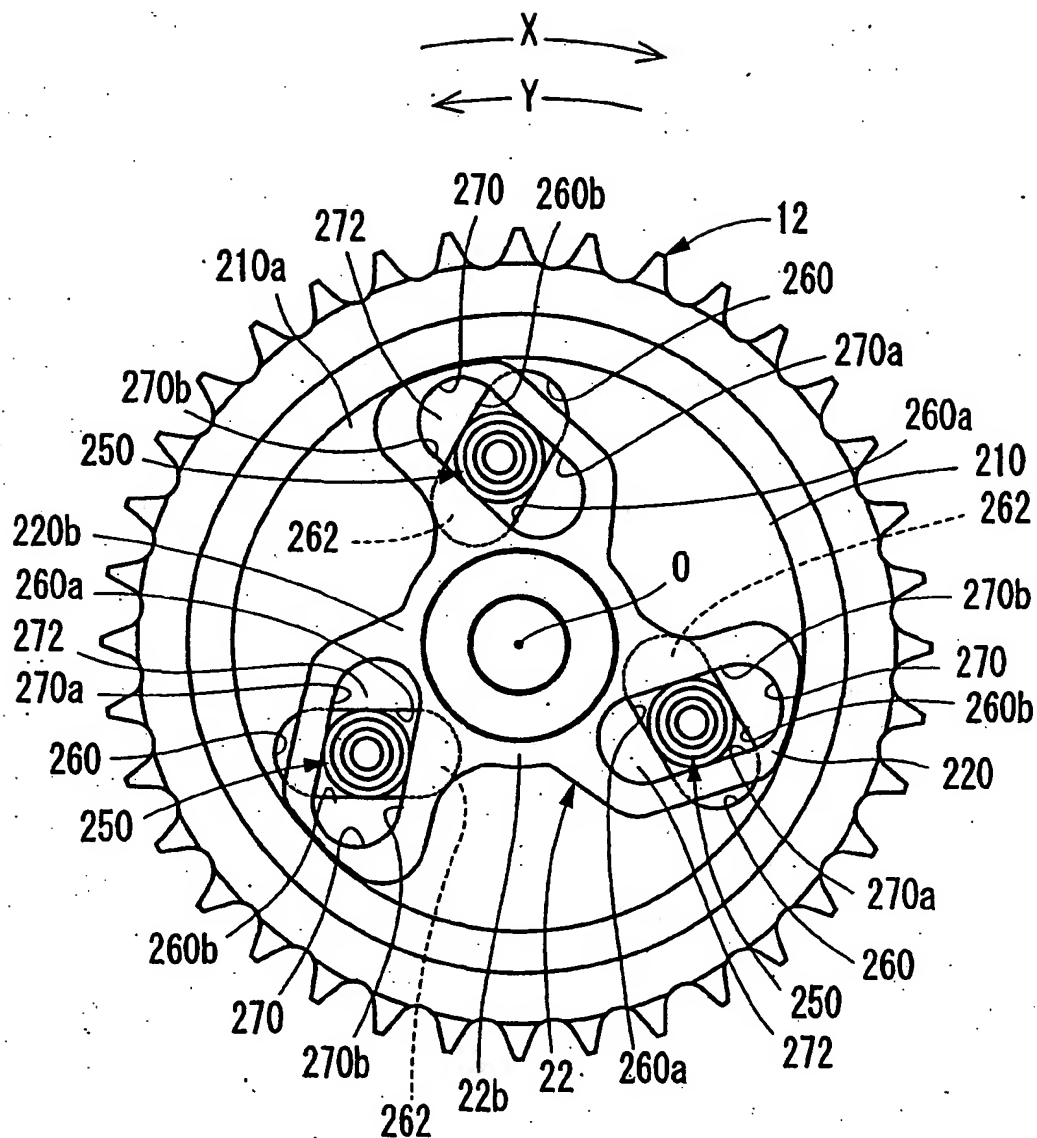


FIG. 18

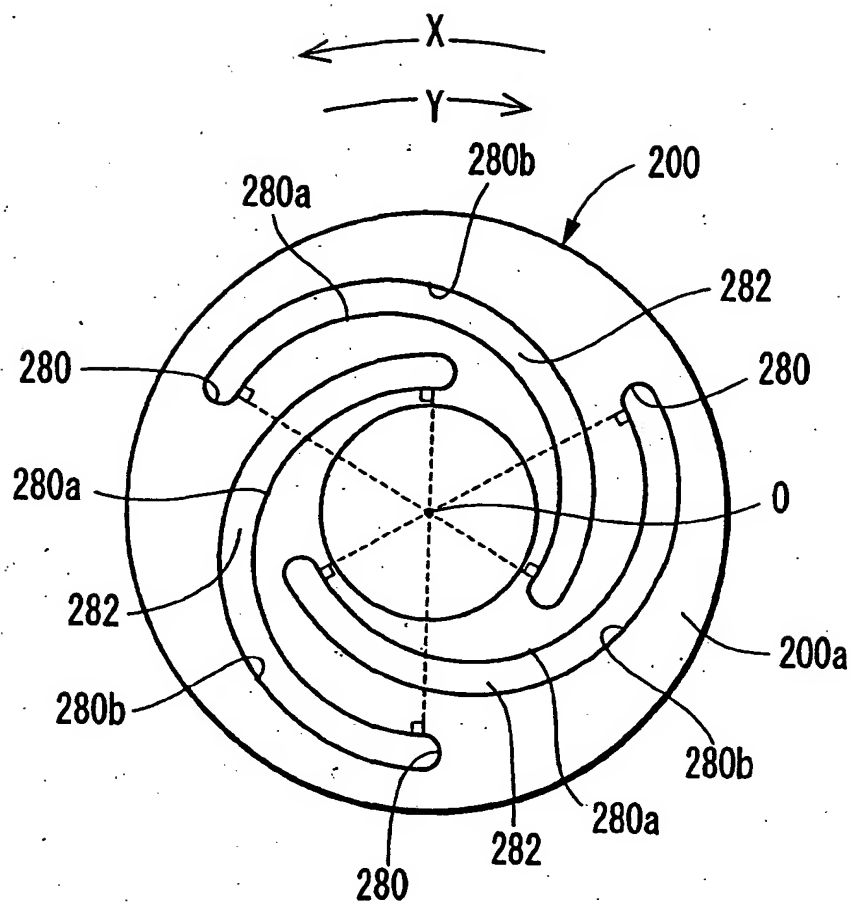


FIG. 19

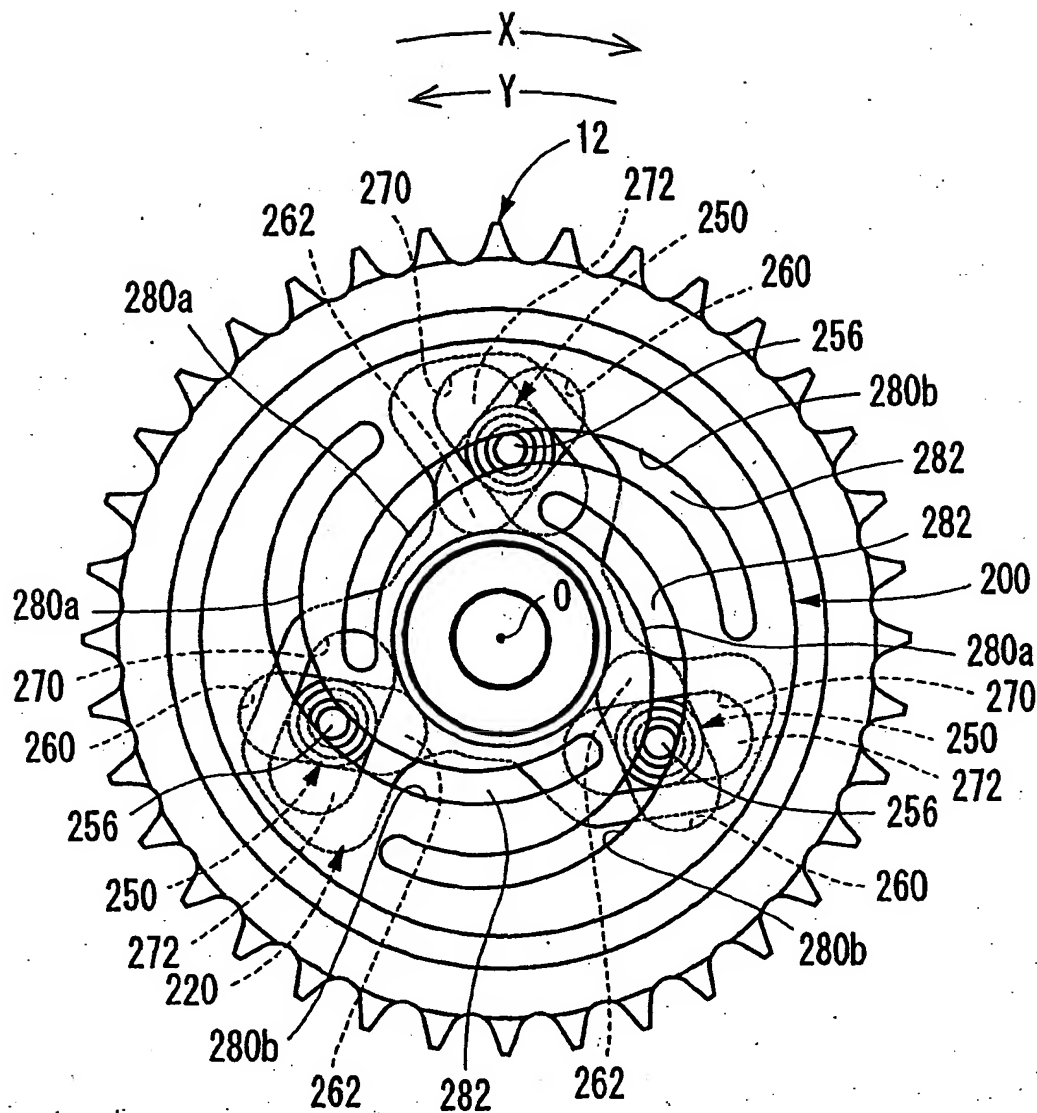


FIG. 20

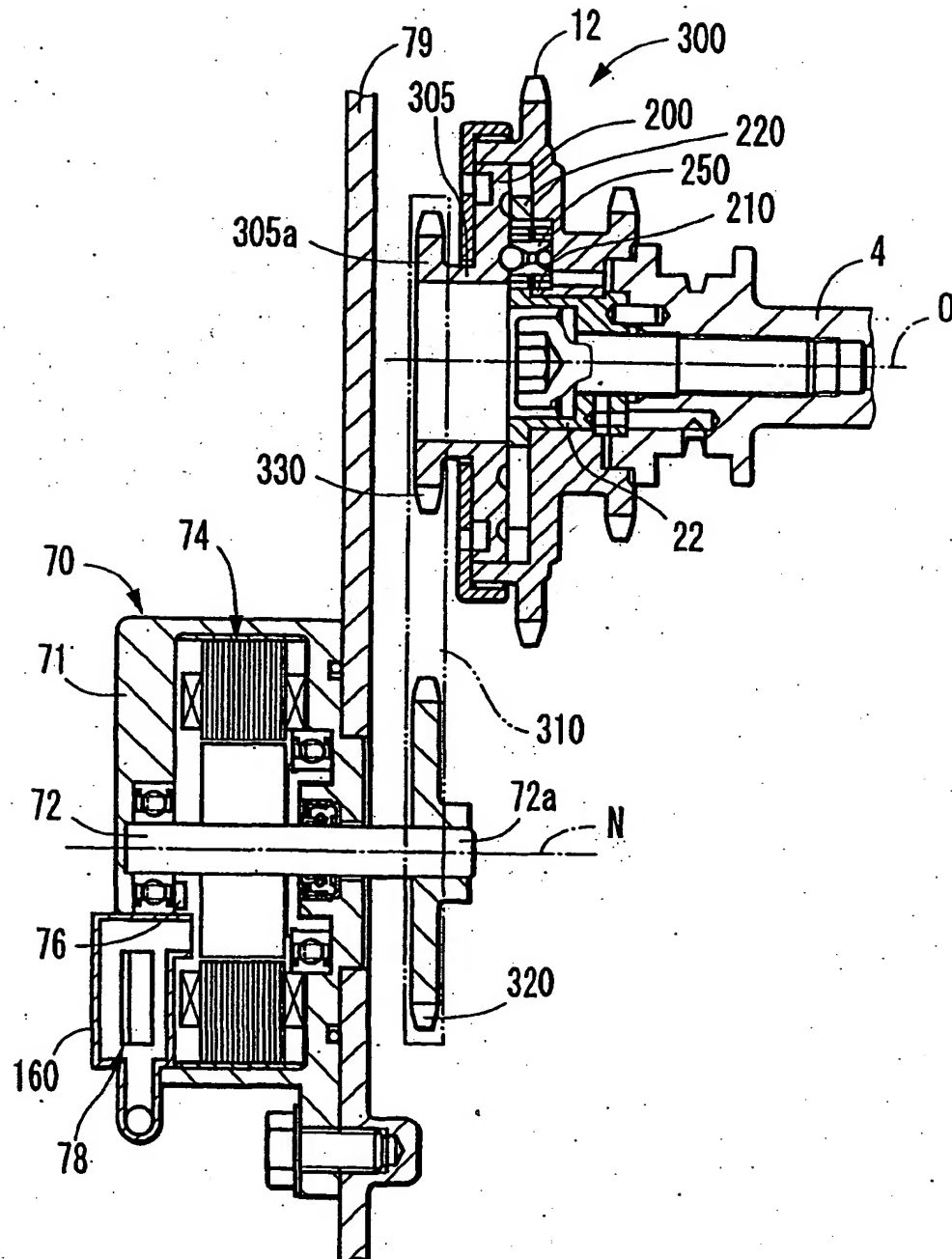


FIG. 21

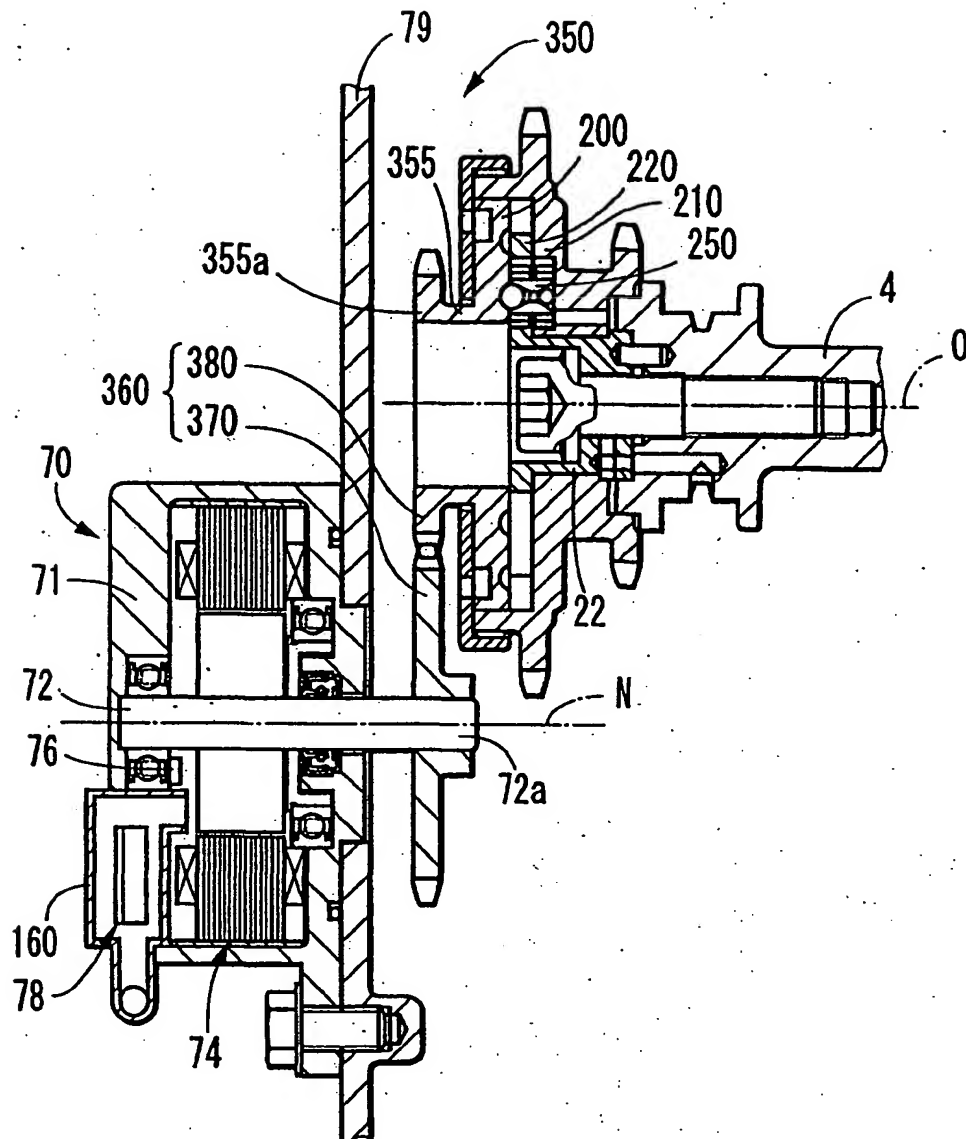


FIG. 22

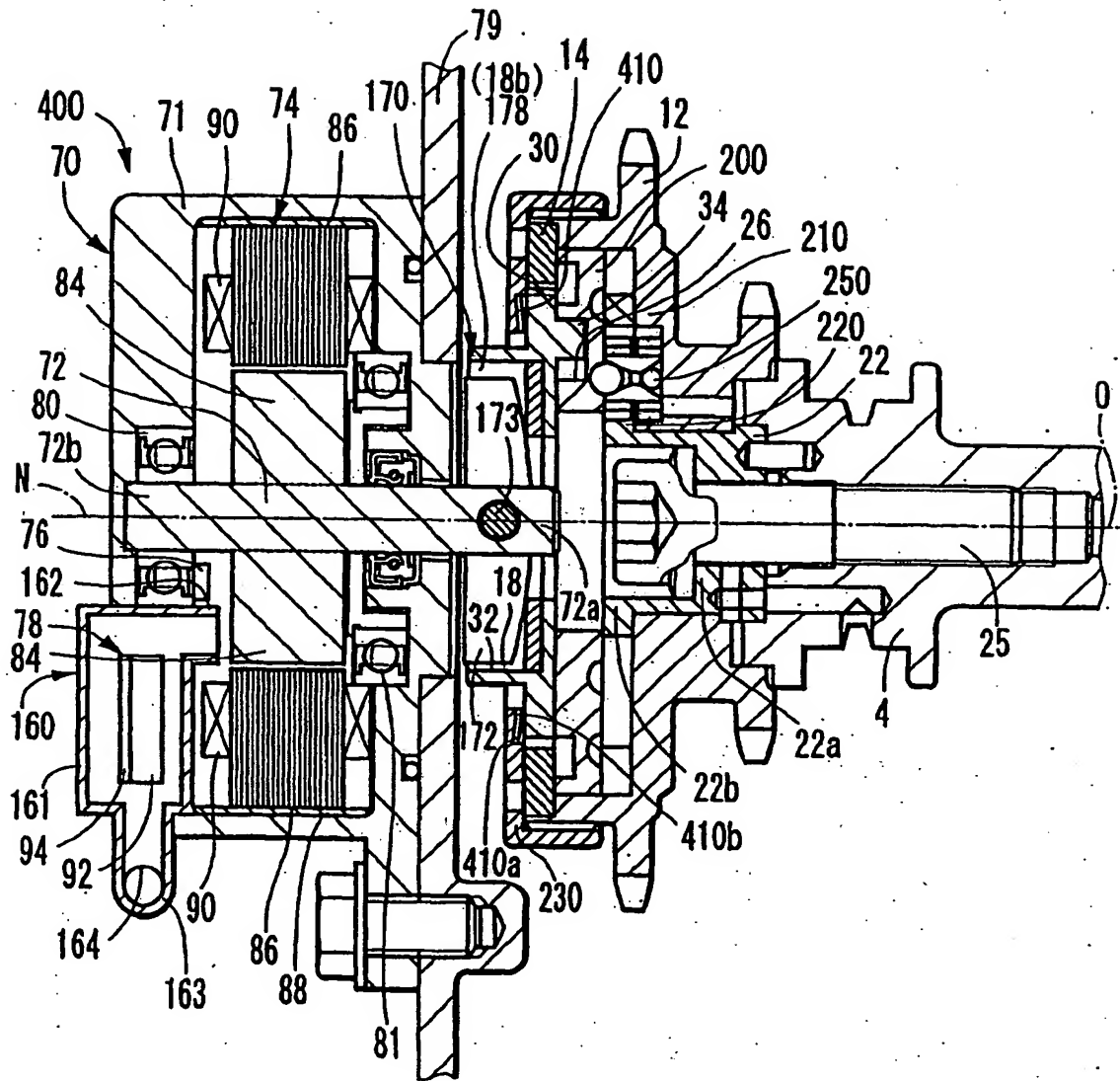


FIG. 23

